

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

PROYECTO DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA

*“DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DEL SOFTWARE PARA
LA DESIGNACIÓN DE FRECUENCIAS EN ENLACES
MICROONDA (EN REDES SDH Y PDH) PARA LA EMPRESA
SIEMENS S.A. ECUADOR”*

VÍCTOR MAURICIO BARRIGA ALBUJA

CARLOS ALBERTO MOSQUERA ZABALA

SANGOLQUÍ – ECUADOR

ABRIL - 2006

CERTIFICACIÓN

Nosotros, Ing. Darwin Aguilar, Director e Ing. José Robles Salazar, Codirector del proyecto de grado: “*DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DEL SOFTWARE PARA LA DESIGNACIÓN DE FRECUENCIAS EN ENLACES MICROONDA (EN REDES SDH Y PDH) PARA LA EMPRESA SIEMENS S.A. ECUADOR*”, certificamos la elaboración de dicho proyecto, bajo nuestra dirección, por parte de los Sres. Carlos Mosquera Zabala y Mauricio Barriga Albuja, egresados de la carrera de Ingeniería Electrónica, con especialidad en Telecomunicaciones, de la Escuela Politécnica del Ejército.

Atentamente,

Ing. Darwin Aguilar
DIRECTOR

Ing. José Robles Salazar
CODIRECTOR

AGRADECIMIENTO

Como autores del presente proyecto, queremos agradecer de la forma más sincera a todas aquellas personas que han colaborado directa o indirectamente para que este proyecto llegue a su culminación.

Queremos agradecer especialmente a nuestros padres y familiares por su incondicional apoyo en todo momento; a nuestro director y codirector por su valiosa guía a lo largo del desarrollo de este proyecto; a la ESPE por su apoyo y por los conocimientos recibidos durante estos años; a las personas de Siemens Ecuador S.A. que nos han brindado su apoyo y colaboración, especialmente a la Ing. Mireya Fuertes por su valioso tiempo y la calidad de su trabajo; a nuestros amigos por su apoyo y colaboración durante todos estos meses y finalmente, un agradecimiento muy especial a La Dolorosa, por su guía espiritual a lo largo del tiempo y de nuestras vidas.

DEDICATORIA

Queremos dedicar este trabajo a nuestras familias, especialmente a nuestros padres, quienes han sido nuestros primeros maestros y de quienes hemos recibido el completo e incondicional apoyo durante todas y cada una de las etapas de nuestras vidas; estamos seguros que este triunfo no es individual sino que lo compartimos y lo disfrutamos con ellos.

PRÓLOGO

El presente proyecto de grado ha sido desarrollado para la empresa Siemens Ecuador S.A. y constituye básicamente una herramienta de apoyo para el proceso de selección y administración de frecuencias en nuevos enlaces de micro onda.

Dado el nivel de complejidad de este proceso, especialmente debido a la gran cantidad de enlaces y estaciones existentes, este proyecto se ha desarrollado para evitar la realización manual de este proceso, eliminar los posibles errores humanos y obtener resultados más reales y de una manera rápida.

El análisis de disponibilidad de frecuencias o su posible reutilización han sido automatizados mediante un Software, el cual, a través de bases de datos de los enlaces existentes y características de los equipos (radios empleados en los enlaces) en cuanto a las canalizaciones de frecuencia de la UIT que soportan, proporciona reportes imprimibles del estado de ocupación de los canales de frecuencia de una determinada recomendación, así como la posibilidad de reutilización de dichos canales.

Adicionalmente, este Software proporciona gráficas de ubicación geográfica de las estaciones y sus enlaces, así como del espectro de frecuencias.

Mediante la utilización de esta herramienta, se proporciona un método eficaz para ubicar los posibles enlaces interferentes dentro de una banda de frecuencias en que cual se planea implementar un nuevo enlace.

Los resultados obtenidos a través de este Software, se pueden importar al programa *Pathloss* para realizar los análisis de interferencia necesarios y así tomar una decisión definitiva acerca de la adopción de una determinada frecuencia para un nuevo enlace de micro ondas.

De esta forma se pretende ahorrar tiempo en la selección de frecuencias, evitar errores como ignorar enlaces potencialmente interferentes para nuestro nuevo enlace, mantener una base de datos ordenada y administrable, con todos los enlaces que se conozcan, sin la necesidad de manejar bases de datos separadas, lo cual incrementa la posibilidad de cometer errores en el proceso.

Como se puede observar, las ventajas y facilidades que provee este Software son vitales para una administración e implementación de enlaces y del espectro radioeléctrico más moderna, ordenada y eficiente.

ÍNDICE

	Pág
CAPÍTULO 1	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1 ENLACES MICRO ONDA	1
1.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS ENLACES MICRO ONDAS	4
1.2.1 Propagación de ondas electromagnéticas.	4
1.2.2 Elementos básicos de un enlace entre dos puntos.	5
1.2.3 Medios de transmisión de las micro ondas.	6
1.2.4 Consideraciones para la propagación de ondas electromagnéticas cercanas a la superficie de la tierra en un rango de 1 - 40 GHz.	7
1.2.5 División del espectro de frecuencias empleado en comunicaciones.	8
1.2.6 Características de las ondas electromagnéticas según su frecuencia.	10
1.2.6.1 Ondas de frecuencias inferiores a 300 KHz.	10
1.2.6.2 Ondas de frecuencias entre 300 KHz y 3000 KHz.	10
1.2.6.3 Ondas de frecuencias entre 3 MHz y 30 MHz.	11
1.2.6.4 Ondas de frecuencias superiores a 30 MHz (Micro ondas).	11
1.3 REDES SDH Y PDH	11
1.3.1 Redes SDH.	11
1.3.1.1 Características de las interfaces de tráfico.	13
1.3.1.2 Capas SDH.	14
1.3.1.4 Operaciones.	14
1.3.1.5 Aplicaciones y equipos en las redes SDH.	15
1.3.1.6 Topología de las redes.	17
1.3.1.7 Razones para la introducción de la red SDH.	18
1.3.1.8 Estructura de la trama SDH.	19
1.3.1.9 Contenedores virtuales.	20
1.3.1.10 Manejo de diferentes tasas de bits.	21
1.3.2 Redes PDH.	22
1.3.2.1 Jerarquías digitales.	23
1.3.2.2 Características plesíncronas y bit stuffing.	25
1.3.2.3 Trama del tributario (2048 kbps).	26
1.4 EQUIPOS SPLIT Y FULLY INDOOR, CARACTERÍSTICAS Y DIFERENCIAS ...	27
1.4.1 Fully Indoor.	29
1.4.2 Split.	29
1.4.3 Fully Outdoor.	30
1.5 CANALIZACIÓN DE FRECUENCIAS	31
1.5.1 Recomendaciones de canalización de frecuencias de la ITU para las bandas de 6, 7, 8, 13, 15, 18 GHz.	31
1.5.1.1 Características de las recomendaciones de la UIT.	32
1.5.2 Bases de datos de frecuencias y coordenadas utilizadas por Siemens.	32

CAPÍTULO 2	33
DISEÑO DE LA BASE DE DATOS CONSIDERANDO LAS RECOMENDACIONES DE LA UIT	33
2.1 DEPURACIÓN DE LA BASE DE DATOS DE FRECUENCIAS Y COORDENADAS GEOGRÁFICAS, EMPLEADA POR SIEMENS.	33
2.2 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA BASE DE DATOS CONSIDERANDO LAS RECOMENDACIONES DE LA ITU SOBRE CANALIZACIÓN DE FRECUENCIAS	39
2.3 BASES DE DATOS DE ODU's	44
CAPÍTULO 3	45
DESARROLLO DEL SOFTWARE PARA DESIGNACIÓN DE FRECUENCIAS	45
3.1 DIAGRAMA DE BLOQUES	45
3.1.1 Diagrama de bloques de los componentes del Software y su relación	46
3.1.2 Diagrama de Niveles Jerárquicos.	47
3.1.3 Diagramas específicos de cada utilidad.	49
3.2 ANÁLISIS Y SELECCIÓN DEL LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN	49
3.3 DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DEL SOFTWARE	51
3.3.1 Descripción del funcionamiento del Software	51
3.3.1.1 Consulta del espectro en una estación.	51
3.3.1.2 Entrada de datos especificados por el usuario para un nuevo análisis de disponibilidad de frecuencias entre dos estaciones.	53
3.3.1.3 Graficación del espectro en dos estaciones.	53
3.3.1.4 Ubicación geográfica de estaciones y enlaces.	54
3.3.1.5 Verificación de resultados y análisis.	55
3.3.1.6 Impresión de reportes.	55
3.3.1.7 Administración y búsquedas avanzadas en Bases de Datos.	56
3.3.1.8 Ingreso de nueva información a la Base de Datos	57
3.3.1.9 Acceso al archivo de ayuda	58
3.3.2 FUNCIONES	59
3.3.2.1 CÓDIGO DEL MÓDULO coordenadas.	59
3.3.2.1.1 Función “remove_nochar1”	59
3.3.2.1.2 Función “remove_nochar2”	60
3.3.2.1.3 Función “recupera_coord”	61
3.3.2.1.4 Función “eval_grados”	61
3.3.2.1.5 Función “todo_coord”	62
3.3.2.1.6 Función “solo_espacios”	63
3.3.2.1.7 Función “rango_frec_limites”	64
3.3.2.1.8 Función “zonas_libres”	64
3.3.2.1.9 Función “valida_coord_lat”	65
3.3.2.1.10 Función “valida_coord_lon”	66
3.3.2.1.11 Función “IsAlpha”	66
3.3.2.1.12 Función “IsAlphaNum”	67
3.3.2.1.13 Función “rangos_lat”	68
3.3.2.1.14 Función “rangos_lon”	69
3.3.2.2 CÓDIGO DEL MÓDULO calculo.	69
3.3.2.2.1 Función “calcula_basico”	69
3.3.2.2.2 Función “limite_frec”	70
3.3.2.3 CÓDIGO DEL MÓDULO plot.	71

3.3.2.3.1	Función “get_colores”	71
3.3.2.3.2	Función “grafica”	72
3.3.2.4	CÓDIGO de ucontrol_estacion	73
3.3.2.4.1	Función “labels”	73
3.3.2.4.2	Función “plot”	74
3.3.2.4.3	Evento “Picture1_MouseMove”	75
3.3.2.5	Forma db_adm	75
3.3.2.5.1	Función “refrescar”	75
3.3.2.5.2	Función “Private Sub Toolbar1_ButtonClick(ByVal Button As MSComctlLib.Button)”	76
3.3.2.5.3	Botón borrar	76
3.3.2.5.4	Botón para añadir un nuevo enlace	77
3.3.2.5.5	Botón para exportar bases de datos	77
3.3.2.5.6	Botón para importar bases de datos	78
3.3.2.5.7	Botón: mostrar en gris	79
3.3.2.5.8	Botón imprimir	79
3.3.2.5.9	Botón buscar	79
3.3.2.6	Forma “espectro”	80
3.3.2.6.1	Función “bplot_Click”	80
3.3.2.6.2	Función “resultados_Click”	81
3.3.2.6.3	Función “resta_az1”	82
3.3.2.6.4	Función “recupera_int”	83
3.3.2.6.5	Función “checa_pol_dfc”	83
3.3.2.7	Forma “import_export”	84
3.3.2.7.1	Función “csv_Click”	84
3.3.2.7.2	Función “xls_Click”	85
3.3.2.7.3	Función “importa_actual”	86
3.3.2.8	Forma principal	86
3.3.2.8.1	Botón para calcular los enlaces cercanos	86
3.3.2.8.2	Función “restaura_escala_Click()”	87
3.3.2.9	Forma “Linkgraph”	88
3.3.2.9.1	Función “moverdown_Click(), moverup_Click(), moverleft_Click(), moverright_Click()”	88
3.3.2.9.2	Función “Zoomin(), Zoomout()”	89
3.3.2.9.3	Función “Picture1_Click()”	89
3.3.2.9.4	Función “Picture1_MouseMove(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)”	90
3.3.2.9.5	Función “solo_banda_Click()”	91
3.3.2.9.6	Función “todos_enlaces_Click()”	92
3.3.2.10	Módulo Graficar	93
3.3.2.10.1	Función “centrar_gr”	93
3.3.2.10.2	Función “graflines”	93
3.3.2.10.3	Función “azimuth”	94
3.3.2.10.4	Función “links_banda”	95
3.3.3	INTERFASE GRÁFICA	95
3.3.3.1	Ingreso de datos	96
3.3.3.2	Presentación de resultados	97

CAPÍTULO 4	98
PRUEBAS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	98
4.1 ESQUEMA Y PLANIFICACIÓN DE LAS PRUEBAS A REALIZARSE	98
4.2 PRUEBAS EN BASE A LA INFORMACIÓN DE ENLACES YA IMPLEMENTADOS POR SIEMENS	100
4.3 COMPROBACIÓN DE RESULTADOS.....	121
4.4 TABULACIÓN DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA.....	123
4.5 ANÁLISIS DE LA PRECISIÓN DEL SOFTWARE EN CONTRASTE CON LOS CÁLCULOS DE LOS ENLACES YA EXISTENTES.....	124
CAPÍTULO 5	126
MANUAL DE USUARIO	126
5.1 VERSIÓN DIGITAL DEL MANUAL DE USUARIO	126
5.2 VERSIÓN IMPRESA DEL MANUAL DE USUARIO	127
5.2.1 INTRODUCCIÓN.....	127
5.2.2 REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA	128
5.2.3 INSTALACIÓN DEL PRODUCTO	129
5.2.3.1 Instalando Frequency Manager.	129
5.2.3.2 Desinstalando Frequency Manager.	130
5.2.4 ASPECTOS LEGALES	130
5.2.5 SOPORTE Y RECOMENDACIONES.....	134
5.2.6 TRABAJANDO CON FREQUENCY MANAGER.....	134
5.2.6.1 Ingresando datos para la comprobación de frecuencias entre dos estaciones. ..	135
5.2.6.1.1 Selección de estaciones.	136
5.2.6.1.2 Selección del radio (equipo de comunicación) a emplear en el enlace.	137
5.2.6.1.3 Selección del ancho de banda (AB) a emplear en el enlace.	138
5.2.6.1.4 Selección del canal (frecuencia) a emplear en el enlace.	138
5.2.6.2 Graficando el espectro de frecuencias en dos estaciones	140
5.2.6.3 Resultados del análisis de disponibilidad de frecuencias entre dos estaciones. 143	
5.2.6.3.1 Disponibilidad de canales.....	144
5.2.6.3.2 Rangos de frecuencias libres.	145
5.2.6.3.3 Detalles de los enlaces interferentes en la estación A, detalles de los enlaces interferentes en la estación B.....	145
5.2.6.4 Consulta del espectro de frecuencias en una estación.	146
5.2.6.5 Ubicación geográfica de estaciones y enlaces,.....	148
5.2.6.6 Impresión de reportes.	151
5.2.6.7 Administración y búsquedas avanzadas en bases de datos.....	151
5.2.6.8 Base de datos de enlaces.....	152
5.2.6.8.1 Criterio de búsqueda.....	153
5.2.6.8.2 Datos para la búsqueda.	153
5.2.6.8.3 Botones de herramientas.....	153
5.2.6.8.4 Malla de datos y controles de navegación.....	153
5.2.6.8.5 Botones disponibles en la barra de herramientas.....	154
5.2.6.8.6 Ingreso de nueva información a la Base de Datos.....	157
5.2.6.8.6.1 Ingreso de nueva información a las bases de datos de recomendaciones....	157
5.2.6.8.6.2 Ingreso de nueva información a la base de datos de enlaces.....	159
5.2.6.9 Ayuda.	162

CAPÍTULO 6	163
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	163
6.1 CONCLUSIONES.....	163
6.2 RECOMENDACIONES	165
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	167
ÍNDICE DE FIGURAS	169
ÍNDICE DE TABLAS.....	171
GLOSARIO	174

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1 ENLACES MICRO ONDA

La utilización de las micro ondas para los sistemas de comunicación tuvo su inicio durante la Segunda Guerra Mundial (1939 - 1945), pero en ese entonces su utilización era netamente militar. Este hecho tuvo lugar debido a que la Segunda Guerra Mundial fue la primera guerra en la que las naciones hicieron un uso masivo de las capacidades de sus científicos e invenciones para fines bélicos y de estrategia militar; desde sistemas de comunicaciones hasta antibióticos mejorados y la bomba atómica.

Precisamente en transmisiones por micro ondas se tuvo uno de los avances más significativos durante la guerra y este se podría resumir en la utilización del radar.

Sin embargo, los inicios de las comunicaciones por micro ondas tienen como su precursor a las comunicaciones de radio telefonía y telégrafo inalámbrico, originadas muchos años antes. Esto debido, a que en principio son iguales, ya que se emplea el concepto de transmisión de información por medio de un equipo transmisor y a través del espacio aéreo hasta un equipo receptor.

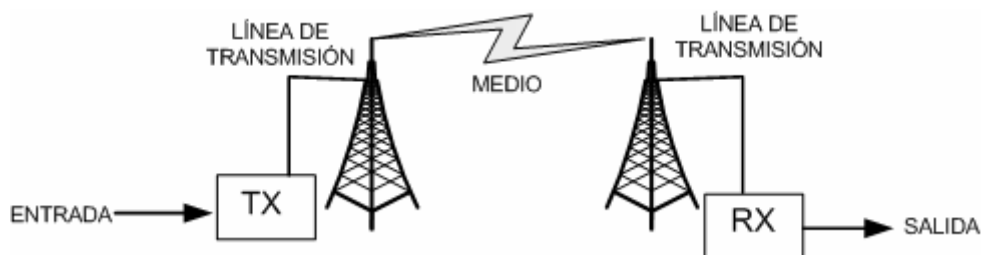


Figura. 1.1. Esquema de un enlace micro ondas básico.

La diferencia básica entre estos sistemas de radio telefonía y de micro ondas radica en la frecuencia en la cual se transmite la información; los sistemas de radio broadcasting por ejemplo, trabajan a frecuencias bajas (longitudes de onda largas), donde el ancho de banda utilizable en el espectro es muy limitado; lo que obviamente repercute como problemas de interferencias y asignación de poco número de usuarios.

En la frecuencia de las micro ondas (longitudes de onda cortas) en cambio, está disponible un gran ancho de banda y las ondas tienden a propagarse menores distancias, lo cual significa que se pueden reutilizar las frecuencias a menores distancias evitando interferencias.

Una vez finalizada la guerra en 1945, los sistemas de comunicación por medio de micro ondas empezaron a ser utilizados en las comunicaciones civiles y durante las décadas de los 50s hasta los 70s tuvieron un auge grandioso en todo el mundo. Muchos enlaces fueron instalados y la tecnología de micro ondas se desarrolló mucho, de igual forma, su popularidad ayudó a que los costos se redujeran hasta el punto de llegar a ser el principal método de enlaces de banda ancha, empleado por carriers y operadoras de telefonía para cursar grandes cantidades de tráfico (cientos de miles de llamadas telefónicas simultáneas), especialmente en los Estados Unidos y Europa.

En la década de los 80s la fibra óptica empezó a reemplazar a los sistemas de micro ondas debido a su capacidad de tráfico, miles de veces la provista por los enlaces de micro ondas.

La popularidad de la fibra óptica se incrementó ampliamente alrededor del mundo, de forma que su costo de fabricación y distribución disminuyó notablemente. Así entonces, la fibra óptica reemplazó casi por completo a las micro ondas para los enlaces de larga distancia.

Pero la utilización de los sistemas de micro ondas no cesó, sino que más bien se los empezó a emplear en diferentes aplicaciones.

Debido a que para enlaces de larga distancia se decidió emplear fibra óptica como el principal medio, los enlaces micro ondas empezaron a emplearse cada vez más para unir cortas y medianas distancias por medio de un gran ancho de banda. Diferentes edificios

dentro de una misma ciudad por ejemplo, empezaron a enlazarse por micro ondas debido a la facilidad y tiempo de instalación. Es muy complicado instalar fibra óptica dentro de una ciudad para enlaces privados, ya que se requieren permisos de excavación para ubicar la fibra, lo cual resulta exageradamente costoso y demorado.

Además con la popularidad que han alcanzado los sistemas de telefonía móvil, los enlaces de micro onda han encontrado una nueva utilidad, ya que las bandas de frecuencias empleadas por los móviles (1GHz – 2GHz) corresponden precisamente a las micro ondas.

Por otro lado, los sistemas de micro ondas no desaparecerán en tanto son de tremenda utilidad para comunicar a localidades de difícil acceso, donde la ubicación de fibra óptica resultaría demasiado costosa y de complicada instalación (Un enlace Quito – Tena, por ejemplo).

Además la utilización de enlaces micro ondas, como en el caso de la telefonía móvil, proveen la movilidad que es indispensable en ciertas áreas de trabajo. Muchos proveedores de Internet son capaces de brindar servicio a sus usuarios en un área geográfica dada, sin la necesidad de estar atados a un cable. Sistemas de monitoreo y localización vehicular también son posibles gracias al uso de las micro ondas.

Durante los años de desarrollo y apogeo de los sistemas micro ondas, en el año 1960 se tuvo una de las aplicaciones más importantes de las micro ondas para la humanidad y fue el lanzamiento del satélite de comunicaciones Echo I por parte de los Estados Unidos, el cual fue el primer satélite artificial diseñado específicamente para el uso de señales micro onda. Este fue entonces el primer paso para que en 1962 se lance al espacio el Telstar I como el primer satélite de comunicaciones que permitiría conectar puntos de la Tierra que estuviesen situados a miles de kilómetros de distancia, incluso en caras opuestas del globo. Era el inicio de las comunicaciones satelitales, que aparte de la ventaja de conectar puntos tan distantes en la tierra por medio de dos antenas parabólicas, permitiría el desarrollo de las investigaciones espaciales.

La comunicación con las estaciones espaciales, es entonces por medio de micro ondas e incluso las sondas que recorren el espacio enviando información a la Tierra de condiciones atmosféricas, temperatura; etc del vasto espacio exterior, se comunican por medio de micro ondas.

1.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS ENLACES MICRO ONDAS

1.2.1 Propagación de ondas electromagnéticas.

Un enlace micro ondas es un sistema de comunicaciones que emplea un haz de ondas de radio en la frecuencia de las micro ondas para comunicar dos puntos. La transmisión se caracteriza por emplear el espacio vacío (aire) como medio de transmisión y las ondas electromagnéticas (haz de ondas de radio) son las que transportan la información y se propagan en dicho medio.

Las ondas electromagnéticas están formadas por un campo magnético y eléctrico, los cuales son perpendiculares entre sí y perpendiculares a la dirección de propagación de la onda.

Estos dos campos, magnético y eléctrico no existen separadamente, siempre están asociados y su intensidad varía según la misma función periódica.

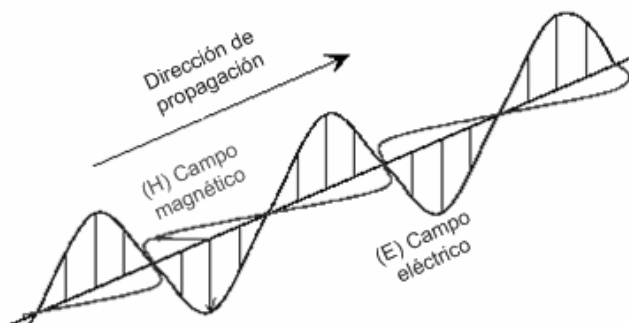


Figura. 1.2. Dirección de los campos eléctrico y magnético.

La velocidad a la que se propagan las ondas electromagnéticas depende del medio de propagación. En el vacío toma un valor de $3 \times 10^8 \text{ m/s}$, que es la velocidad de la luz. Dependiendo de las características del medio, esta velocidad va decreciendo.

Existen varios parámetros que identifican a una onda electromagnética, y estos son: longitud de onda, fase, amplitud y frecuencia.

La velocidad de propagación de las ondas electromagnéticas es una característica relacionada a la longitud de onda y frecuencia según la siguiente expresión: $c = f \times \lambda$; donde c es la velocidad de propagación, λ es la longitud de onda y f es la frecuencia.

1.2.2 Elementos básicos de un enlace entre dos puntos.

Para conectar dos puntos por medio de un enlace de micro onda se consideran los siguientes elementos básicos:

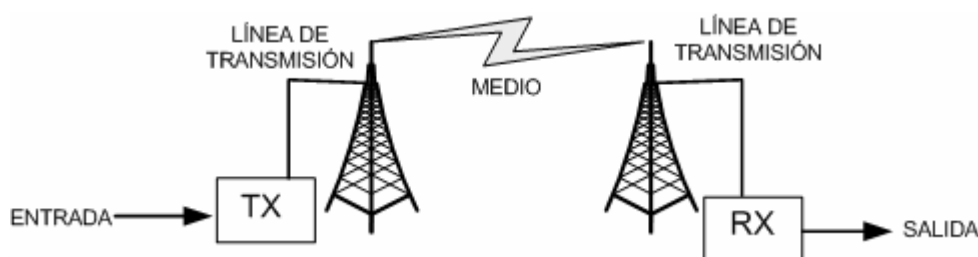


Figura. 1.3. Esquema de un enlace micro ondas básico.

Antenas: Son los elementos capaces de transmitir y recibir ondas electromagnéticas. La antena básicamente compone un elemento de tipo activo que es el alimentador y un reflector que es aquel que irradia la energía.

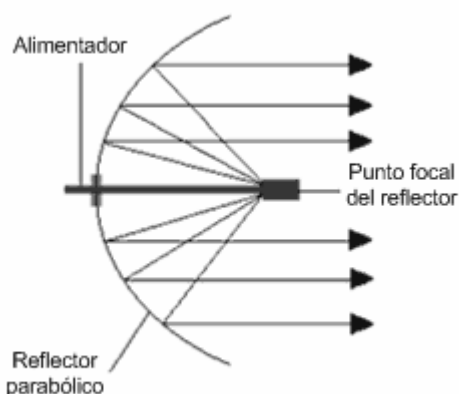


Figura. 1.4. Elementos de una antena.

Transmisor: Es el dispositivo encargado de producir una señal micro onda que lleve consigo la información deseada (tráfico telefónico, TV digital, Internet; etc.). Tiene dos

funciones principales que son: generar una señal de micro onda a la frecuencia y con la potencia deseada y modularla con la entrada (señal de información).

Receptor: En este dispositivo se extrae la información mezclada con la señal micro onda y se la transforma en su forma original. Esto implica que es capaz de demodular la señal proveniente del transmisor.

Línea de transmisión: Es la encargada de llevar la señal desde el transmisor hasta la antena y desde la antena hasta el receptor. Una línea de transmisión es todo aquel dispositivo que lleva corriente eléctrica de un punto a otro; puede ser un alambre de teléfono, de parlantes; etc.

En cuanto a los sistemas de micro onda se refiere, se emplean como líneas de transmisión cables coaxiales y guías de onda, dependiendo de la frecuencia de funcionamiento. No se emplean cables de cobre normales debido a que estos ocasionan demasiadas pérdidas para la señal.

Trayectoria: Este es tal vez, uno de los elementos más importantes y de mayor atención al momento de montar un radio enlace. Se refiere a la longitud del enlace (distancia entre TX y RX) y al tipo de trayecto. Es muy importante tener una trayectoria libre de obstáculos sólidos para que se pueda establecer un enlace.

Se deben considerar además los obstáculos proporcionados por los efectos climáticos, tales como neblina, lluvia, nieve; etc.

1.2.3 Medios de transmisión de las micro ondas.

Como se ha explicado, las ondas electromagnéticas, que son las responsables de llevar la información (datos) en un radio enlace o cualquier comunicación por medio de una frecuencia, se propagan en un medio de transmisión, que es el aire y el espacio vacío para el caso de las comunicaciones satelitales.

Por lo tanto hay que aclarar que las comunicaciones en la superficie terrestre dependen de las condiciones atmosféricas y de las características de las capas atmosféricas en las que se propaguen.

De forma general, las capas atmosféricas de la Tierra son las siguientes:

- **Troposfera**

Es la capa terrestre que está en contacto con la superficie terrestre, en ella se dan los fenómenos climatológicos, como lluvias, nieve, nubes; etc.

Una característica importante a considerar, además de los fenómenos climatológicos, es el fenómeno de la refracción que se debe a las velocidades de propagación de las ondas de radio, debido a las características variables de densidad del medio (debido básicamente a la presencia de moléculas de vapor de agua).

Este fenómeno ocasiona que partes del mismo haz viajen a velocidades distintas, formando una curva que sigue la curvatura de la tierra.

- **Estratosfera**

Esta capa no se emplea para la propagación de ondas en las comunicaciones.

- **Ionósfera**

Esta capa es de especial utilidad para las propagación porque presenta una característica de ionización continua no uniforme, lo que genera diferentes sub capas con diversos niveles de ionización. Estas capas y sus niveles de ionización dependen del tiempo y del emplazamiento geográfico.

De esta forma, estas capas son empleadas para aprovechar las posibles reflexiones y refracciones de las ondas electromagnéticas en dichas capas.

1.2.4 Consideraciones para la propagación de ondas electromagnéticas cercanas a la superficie de la tierra en un rango de 1 - 40 GHz.

Las transmisiones por medio de micro ondas con bases en Tierra, están sujetas a posibles degradaciones en la calidad de la transmisión debido a la influencia de la

atmósfera y la Tierra. Estas degradaciones se presentan generalmente como atenuaciones adicionales en el nivel de potencia de recepción, pero en su mayoría son efectos de corta duración.

Los principales problemas de propagación se deben a los siguientes factores:

- Frecuencia.
- Factores climáticos y meteorológicos.
- Características de la Tierra.

Los principales factores a considerar son los efectos atmosféricos provocados por la lluvia, representados por la absorción de las ondas electromagnéticas por las gotas de lluvia, la dispersión, despolarización de las señales de RF; etc.

Los efectos causados por la Tierra están representados por: reflexiones y difracciones debidas a los obstáculos existentes (Montañas, edificios, árboles; etc).

1.2.5 División del espectro de frecuencias empleado en comunicaciones.

Las frecuencias que se emplean para propósitos de comunicación van desde los 3 KHz hasta los 300 GHz.

A continuación se presenta un cuadro con las subdivisiones existentes en este rango, indicando los rangos de frecuencia, longitud de onda y su utilidad.

Descripción	Frecuencia	Longitud de onda	Utilidad
VLF - Very Low Frequency.	$3-30 \times 10^3$ Hz (kHz)	$100-10 \times 10^3$ metros.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cubrir grandes distancias. ▪ Ayuda de navegación. ▪ Radiofaros.
LF – Low Frequency.	$30-300 \times 10^3$ Hz (kHz)	$10-1 \times 10^3$ metros.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cubrir grandes distancias. ▪ Ayuda de navegación.
MF – Médium Frequency.	$300-3000 \times 10^3$ Hz (kHz)	1000-100 metros.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cubrir grandes distancias. ▪ Radiodifusión (506 KHz – 1600 KHz).
HF - High Frequency.	$3-30 \times 10^6$ Hz (MHz)	100-10 metros.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cubrir grandes distancias. ▪ Radios tácticos militares.
VHF – Very High Frequency.	$30-300 \times 10^6$ Hz (MHz)	10-1 metros.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Comunicaciones públicas. ▪ Canales de TV del 2 al 13.
UHF - Ultrahigh Frequency.	$300-3000 \times 10^6$ Hz (MHz)	$1000-100 \times 10^{-3}$ metros.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Comunicaciones públicas. ▪ Canales de TV del 14 al 88.
SHF - Superhigh Frequency .	$3-30 \times 10^9$ Hz (GHz)	$100-10 \times 10^{-3}$ metros.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Comunicaciones.
EHF - Extremely High Frequency.	$30-300 \times 10^9$ Hz (GHz)	$10-1 \times 10^{-3}$ metros.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Comunicaciones.



Frecuencias de Micro Ondas.

Tabla. 1.1. División del espectro de frecuencias utilizado en Comunicaciones.

Las bandas de frecuencias consideradas de micro onda consecuentemente empleadas en este tipo de enlaces corresponden a: VHF, UHF, SHF y EHF.

1.2.6 Características de las ondas electromagnéticas según su frecuencia.

1.2.6.1 Ondas de frecuencias inferiores a 300 KHz.

A estas frecuencias las ondas electromagnéticas son capaces de delinear los obstáculos y se propagan por onda de superficie independientemente durante el día y durante la noche.

Este tipo de ondas se emplean en los sistemas de navegación debido a que son capaces de propagarse a grandes distancias y de penetrar el mar para alcanzar a los submarinos.

Para las ondas comprendidas entre 30 KHz y 300 KHz se da el fenómeno de atenuación a lo largo del suelo debido a la propagación por onda ionosférica. Estas frecuencias se emplean para emisiones de frecuencias patrón, señales horarias, radio faros y sistemas de radio navegación de largo alcance.

1.2.6.2 Ondas de frecuencias entre 300 KHz y 3000 KHz.

Estas ondas se absorben más por el suelo, pero entre frecuencias de 300 KHz a 1500 KHz dejan rayos directos utilizables.

La característica importante de estas ondas es que durante el día sólo se recibe la onda terrestre ya que la onda ionosférica que totalmente absorbida por las capas inferiores de la ionósfera. Y por la noche la absorción ionosférica se hace menos importante y la onda ionosférica se torna preponderante a cortas distancias del emisor.

1.2.6.3 Ondas de frecuencias entre 3 MHz y 30 MHz.

A medida que sube la frecuencia de las ondas, más se absorbe y atenúa la onda terrestre. De esta forma la transmisión por onda ionosférica se torna la más importante.

Las diferentes reflexiones en las capas ionizadas de la atmósfera aseguran enlaces a grandes distancias.

También cabe aclarar que existe una zona de silencio debido a que la primera reflexión se produce fuera del alcance de la onda de superficie del emisor.

1.2.6.4 Ondas de frecuencias superiores a 30 MHz (Micro ondas).

Para frecuencias superiores a los 30 MHz y mientras mayor sea la frecuencia, la Ionósfera se hace cada vez más permeable, dejando pasar las ondas electromagnéticas a través de ella; es decir que deja de funcionar como un reflector, como sucede con las ondas de menor frecuencia.

Dada esta característica, se considera que para frecuencias altas del espectro se deben emplear enlaces con línea de vista, por lo que, debido a la curvatura de la tierra, no se podrán hacer enlaces que pasen del horizonte sin la utilización de repetidoras.

Sin embargo para lograr enlaces que sobrepasen la distancia del horizonte se emplea la técnica de la dispersión y los enlaces toman el nombre de trans-horizontes.

1.3 REDES SDH Y PDH

1.3.1 Redes SDH.

SDH (estándar internacional) y SONET (estándar norteamericano) emergieron entre 1988 y 1992 y poseen una estructura y funcionamiento muy similar. Estas redes se refieren

a un grupo de tasas de transmisión en fibra óptica o radio que pueden transportar señales digitales con diferentes capacidades.

SDH es el standard de la red sincrónica adoptada por la ETSI (European Telecommunications Standards Institute) para Europa y que ha sido adoptada a nivel mundial a excepción de Japón y Estados Unidos, países en los que se emplean formas muy similares de esta red sincrónica. En Japón se emplea su versión propia de SDH que apenas difiere de la establecida por la ETSI.

En Estados Unidos en cambio, la ANSI (American National Standards Institution) estandarizó SONET (Synchronous Optical Network).

SDH al ser un estándar provee conectividad en redes de transmisión independientemente del fabricante de los equipos. Su aparición ha permitido el desarrollo de aplicaciones, equipos y topologías de red e incluso sistemas de monitoreo y gestión de la red muy poderosos y hasta antes desconocidos.

Algunos de los factores que han contribuido al desarrollo y estandarización de SDH son los siguientes:

- El desarrollo de la fibra óptica y la gran escala de integración de los circuitos electrónicos en los años 80s colaboraron para el desarrollo de estándares cada vez más complejos.
- Las propuestas de la CCITT (hoy en día ITU-TS) para una red digital de servicios integrados de banda ancha (BISDN o Broadband Integrated Services Digital Network) que pudiera soportar los servicios de la red conmutada de mejor manera.
- La caída de Bell Operating companies (BOCs) en 1984 influyó en la necesidad de un estándar por medio de interfaces ópticas que permitiera el intercambio entre operadoras y permitir un mejor sistema de administración de las redes.

- Incremento de ganancias y reducción en el costo de operación debido al uso de equipos más confiables y la mejora en la administración de operación de las redes.
- La mayor flexibilidad de ruteo de tecnologías de banda ancha tales como ATM, además de su mejor calidad de transmisión.

Este nuevo estándar en desarrollo apareció primero como SONET y luego de revisiones se tomó la versión compatible con SDH.

A pesar de que las unidades de tráfico empleadas en las redes SDH y SONET son diferentes, existen ciertas medidas compatibles entre los dos sistemas; por lo tanto el cruce de tráfico entre ambas es posible.

A pesar de que SDH y SONET se concibieron originalmente para funcionar por medio de fibra óptica existen radios SDH que proveen esta funcionalidad por medio de micro ondas.

1.3.1.1 Características de las interfaces de tráfico.

SDH define una unidad básica de tráfico que es 155.52 Mbps. Las tasa de datos más elevadas se alcanzan por medio de una secuencia de $n \times 4$ dando origen a los 622 Mbps, 2.5 Gbps, 10Gbps, entre otras.

Cada tasa de interfase posee cabeceras (overhead) para poder soportar una variedad de capacidad de tráfico; etc.

Las tasas inferiores a 155Mbps pueden ser soportadas si se llena sólo parcialmente el espacio para datos (payload) provisto para esa trama.

Un claro ejemplo de esto es el caso de los radios SDH los cuales debido a las limitaciones en el espectro de frecuencia se ven obligados a utilizar sólo parcialmente el espacio para datos provisto en SDH.

En Estados Unidos se ha utilizado interfaces de datos SONET definidas para 51.84 Mbps y la ETSI ha definido una interfaz SDH de 34 Mbps cuya tasa de datos es idéntica a la de 34Mbps de PDH para mantener compatibilidad.

1.3.1.2 Capas SDH.

En el proceso de encapsulamiento la carga de datos es ubicada en capas por medio de containers virtuales de bajo y alto orden, cada una con un encabezado para monitoreo y administración.

Esta distribución de funciones por capas en SDH tanto para tráfico como para administración se ajusta para proveer una red basada en servicios en lugar de una red orientada a tráfico como es el caso de la red PDH.

Cabe aclarar que en SDH hay algunas características que son independientes del fabricante del equipo, por ejemplo la estructura de los mensajes de administración y gestión de la red, pero existen otros parámetros que no han sido estandarizados (tal como el conjunto de mensajes a transmitir sobre el canal de administración) y que impiden el intercambio entre equipos de diferentes fabricantes.

Se puede decir que en cuanto a la interfase de administración de red que generalmente es vía LAN existe mayor acuerdo. Un ejemplo es que la ITU-TS ha definido una interfaz Q3em para emplear entre el equipo SDH y su administrador.

1.3.1.4 Operaciones.

Las tareas de administración de tráfico envuelven operaciones como:

- Protección para recuperación de circuitos en ms.

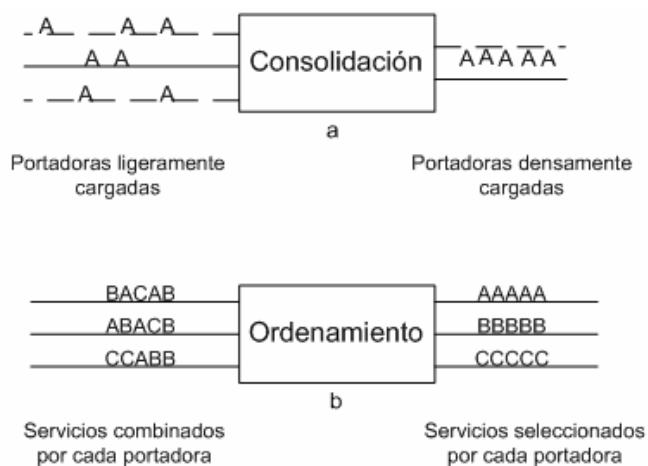


Figura. 1.5. Aplicación de red SDH.

- Reestablecimiento para recuperación de circuitos en segundos o minutos.
- Aprovisionamiento para aloación de la capacidad hacia las rutas preferidas.
- Consolidación, movimiento del tráfico de portadoras no llenas a menos portadoras para reducir el desperdicio de capacidad de tráfico.
- Ordenamiento de diferentes clases de tráfico de cargas mezcladas hacia destinos diferentes para cada tipo de tráfico.

Todas estas operaciones están soportadas por el uso de switches muy flexibles y que anteriormente las operadoras de banda ancha no podían brindar.

1.3.1.5 Aplicaciones y equipos en las redes SDH.

Las redes SDH fueron creadas para proveer flexibilidad en la fabricación de equipos electrónicos para el enrutamiento de tráfico.

Los principales equipos que utiliza son:

- Sistemas de línea óptica
- Sistemas de radio.

- Multiplexores terminales.
- ADM add-drop multiplexers.
- Hub multiplexers.
- Switches de cross conexión digital.

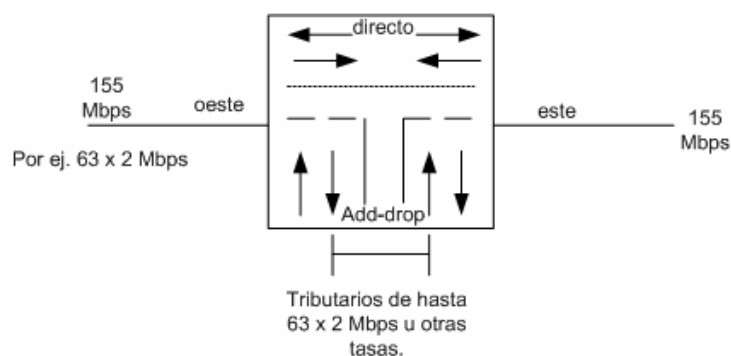


Figura. 1.6. ADM

Los multiplexores terminales son los que proveen acceso a la red SDH para distintos tipos de tráfico empleando interfaces tradicionales como las de 2Mbps G.703 o por medios orientados a datos como FDDI (Fiber distributed data interfase); esto por medio de un router o bridge apropiado.

Los ADMs proveen similares prestaciones a los multiplexores terminales pero pueden además proveer acceso de bajo costo a una determinada porción de tráfico que pasa a través de una portadora. Generalmente se implementan en estructuras en anillo (con separaciones de 60Km) para evitar cortes de transmisión en casos de fallas de equipos o cortes en el enlace.

Los Hub multiplexers proporcionan conectividad entre portadoras (generalmente fibras ópticas) y se conectan en estrella. Permiten consolidar el tráfico y administrar servicios, además de proveer rutas alternas para operaciones de restauración. Pueden emplearse para conectar varios anillos de ADMs para proveer conectividad entre sus redes.

Los switches de cross conexión digital permiten conexiones no bloqueadas entre sus puertos y son los elementos de mayor flexibilidad para la administración de la red.

Permiten por ejemplo añadir las cabeceras POH (path overhead) a una señal PDH conectada a uno de sus puertos.

Básicamente existen dos tipos de cross conexiones: de alto orden y de bajo orden. Las de alto orden se denotan como DXC 4/4, donde esto significa que se manipulan cargas de 155 Mbps que son conmutadas como una entidad.

Las de bajo orden se denotan como DXC 4/1 o DXC 1/1, donde se refiere a cargas de tasa primaria (1.5 Mbps o 2 Mbps).

Estos elementos de cross conexión son sumamente importantes para proveer compatibilidad entre redes SDH y PDH cuando aún no se cuenta con la infraestructura SDH.

1.3.1.6 Topología de las redes.

Anteriormente a SDH eran muy comunes las topologías en malla o con un hub central tipo estrella. En la actualidad con la ayuda de los ADMs se pueden emplear topologías en anillo y en cadena para mejorar la flexibilidad y confiabilidad en las capas de core y de acceso.

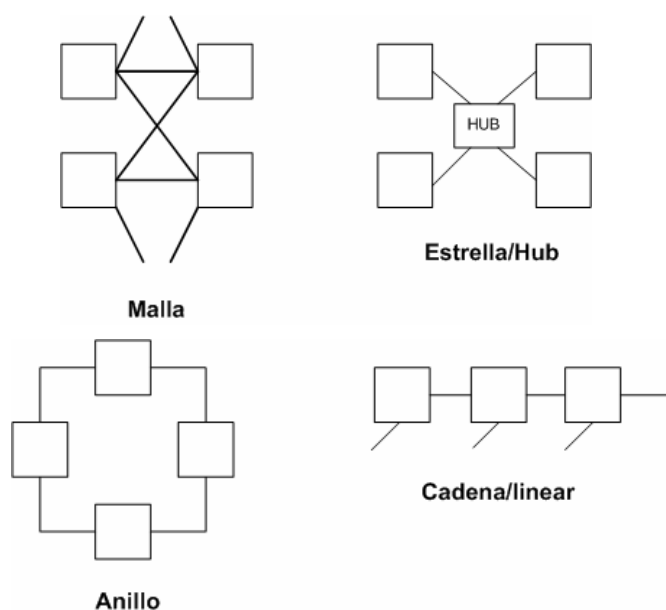


Figura. 1.7. Topologías de red básicas.

Como ventajas del uso de una topología en anillo tenemos que se puede mejorar los servicios y proveerlos a zonas muy densas, además de reducir costos mediante el uso de una zona centralizada para intercambio de datos en lugar de tener que emplear varios centros de intercambio locales.

1.3.1.7 Razones para la introducción de la red SDH.

Existen varias razones por las cuales se puede preferir y promover la instalación de redes SDH, entre ellas tenemos:

- Para mejorar el rendimiento y confiabilidad de sistemas de transmisión troncalizados donde las líneas actuales sean inadecuadas.
- Para mejorar la capacidad de los sistemas de servicios digitales.
- Para proveer acceso de banda ancha flexible por medio de radio o fibra óptica a los usuarios cuando los pares de cobre se tornan inadecuados.
- Para proveer a las líneas alquiladas otros servicios y mejorar la utilización de la red, así como maximizar la disponibilidad de los servicios.

Además de lo expuesto podemos añadir que una de las ventajas primordiales de SDH y tal vez la razón más influyente para implementarla, es la facilidad de adicionar y extraer tráfico en un determinado nodo, esto es debido a su naturaleza sincrónica (cada nodo está sincronizado a un reloj central). De esta forma no es necesario ningún empaquetamiento y desempaquetamiento complejo de las señales para la extracción o adición de tráfico.

La diferencia con las redes asincrónicas y plesíncronas es que en estos, cada nodo corre su propia señal de reloj, por lo tanto pueden llegar a existir diferencias apreciables entre dos señales de la misma tasa (por ej. una señal prevista de 155.52 Mbps llega a 155.4 Mbps) al momento de multiplexarlas.

En la multiplexación entonces, para alcanzar mayor capacidad, el equipo debe hacer un relleno de bits (bit stuffing) en las tramas para obtener una igualdad entre ellas. Por esta razón, al llegar a una alta tasa de transmisión, la señales de tasas inferiores no pueden ser obtenidas sin que toda la señal se demultiplexe consecutivamente.

En los sistemas sincrónicos en cambio, se tiene la misma señal de reloj en todos los nodos, de forma que las tasas obtenidas en la multiplexación son las nominales. Más adelante entonces, cuando se desea recuperar una sola señal multiplexada con otras, simplemente se la toma con los ADMs sin la necesidad de demultiplexar la señal completa.

1.3.1.8 Estructura de la trama SDH.

La estructura de la trama SDH es de carácter periódico y se repite cada 125 microsegundos y está compuesta de nueve segmentos de igual longitud.

En la tasa de datos de 155.52 Mbps, que es la base del Synchronous Transport Module (mejor conocido como STM-1), existen 9 bytes (cada byte equivale a 64kbps) de cabecera al inicio de cada segmento.

La trama se representa como una matriz de 9 filas (una por cada segmento) y 270 columnas.

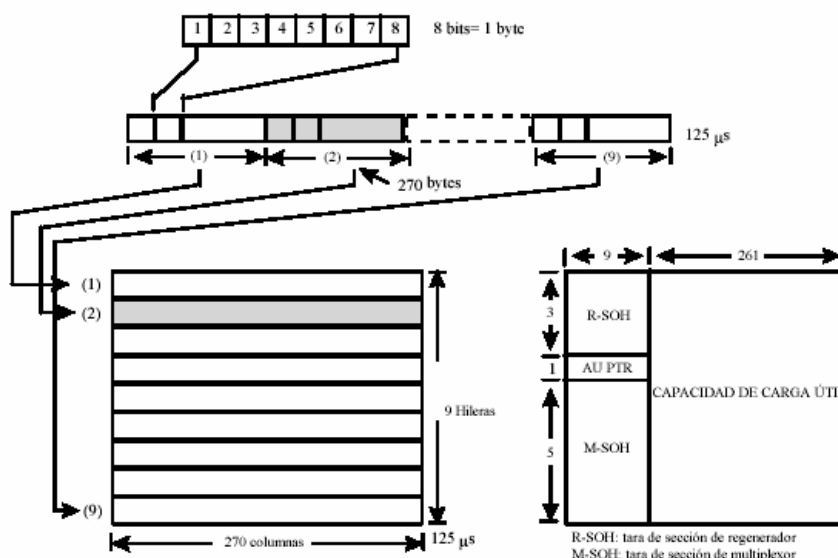


Figura. 1.8. Estructura de la trama SDH.

Las primeras 9 columnas comprenden el “Section Overhead” (SOH) que sirve para apoyo en el transporte de los datos, como por ejemplo el entramamiento, canales de operaciones de administración y monitoreo de errores, además el primer segmento contiene la palabra trama para el alineamiento del demultiplexor.

Las columnas restantes en cada segmento pueden ser asignadas de varias maneras para que puedan transportar señales de menor tasa de bits, como por ejemplo 2 Mbps. Para el transporte de señales PDH la capacidad de carga se ubica en un número integral de columnas, dentro de las cuales hay encabezamientos administrativos asociados a cada señal particular.

En cuanto a la capacidad de carga y su medición tenemos a la AU (Administrative Unit) como el primer nivel de división y es la unidad de provisión de ancho de banda en las redes principales. Un AU-4, por ejemplo utiliza toda la capacidad de carga de un STM-1.

Los AUs pueden ser divididos en unidades más pequeñas para poder transportar señales de menor tasa; estas se llaman TU (Tributary Unit). Un TU-12 por ejemplo lleva señales de 2Mbps.

Siguiendo adelante podemos agrupar TUs para formar un TUG (Tributary Unit Group). Como ejemplo citamos un TUG-2 que lleva $3 \times 2\text{Mbps}$ o $3 \times \text{TU-12}$.

1.3.1.9 Contenedores virtuales.

En este tipo de red se maneja el caso de que existan diferentes unidades de capacidad empleadas en tramas adyacentes y se hallan flotantes de forma individual. Esta individualización permite las diferencias en la señal de reloj y conlleva a errores cuando las tramas se intercambian y multiplexan con otras. Por esta razón cada subdivisión de carga puede ubicarse por medio de un puntero que se añade en su cabecera. Mediante el puntero se puede ubicar una parte flotante de AU o TU que toma el nombre de “Virtual Container” (VC).

Un puntero de AU ubica un VC de alto orden, mientras un puntero de TU ubica un VC de bajo orden. De esta forma un determinado AU contiene un VC mas un puntero, de igual forma un determinado TU.

Así podemos reconocer que un VC es la entidad de carga que viaja a través de la red, creándose y destruyéndose en o cerca de los puntos de servicio terminal.

Esta entidad de carga es la que se emplea en las redes SDH a mantener una compatibilidad con las redes PDH y ATM.

En el caso de tratarse de tráfico PDH, el cual por definición es continuo, se mapea cada señal PDH en su propio VC, de esta forma se tienen varios VCs del mismo tamaño siendo multiplexados en las tramas SDH.

En el caso de las redes ATM, en teoría se tienen celdas discontinuas de 53 bytes cada una. En este caso el equipo ATM se encarga de rellenar los espacios existentes con celdas inactivas (idle) formando así una señal continua. Luego la señal se mapea en VCs igual como se hace para el caso de PDH.

1.3.1.10 Manejo de diferentes tasas de bits.

Como se explicó anteriormente el nivel básico de la jerarquía en SDH es el STM-1. Para formar niveles mayores de jerarquía se hace un entrelazado de un número N de señales STM-1, luego se les añade una cabecera de transporte N veces la de un STM-1 y se rellena con los datos de administración y gestión, así como con el puntero respectivo.

Estas tasas de transmisión se originan multiplicando a los STMs por un factor de 4; así se tienen: STM-4 a 622Mbps (4 STM-1s), STM-16 a 2.5Gbps (4 STM-4s), STM-64 a 10Gbps (4 STM-16s).

Interfase	Tasa de transmisión	Recomendación
<i>Óptica</i>	STM-1/OC-1 (155 Mbps)	G.957
	STM-4/OC-12 (622 Mbps)	G.957
	STM-16/OC-48 (2.5G)	G.957
	STM-64/OC-192	G.691
<i>Eléctrica</i>	2 Mbps	G.703, G.823, G.704, G.706, G.803
	34 Mbps	G.703, G.823, G.742, G.751
	140 Mbps	G.703, G.823, G.742, G.751
	STM-1 (155 Mbps)	G.703, G.825

Tabla. 1.2. Interfases para SDH y PDH

TASA (Mbps)	SDH		SONET	
	CONTAINER	TRANSPORT	CONTAINER	TRANSPORT
10000		STM-64		STS/OC-192
2500		STM-16		STS/OC-48
622		STM-4		STS/OC-12
155		STM-1		STS/OC-3
140	VC4			
51				STS/OC-1
45		STS-1 SPE		
34	VC3			
8				
6		VT6-(NOUTILIZADO)		
2	VC12			
1.5			VT 1.5	
0.064				

Tabla. 1.3. Tasa de transmisión para SONET y SDH

1.3.2 Redes PDH.

Las redes PDH se establecieron esencialmente para la transmisión de canales de telefonía, es por eso que sus jerarquías se establecen de acuerdo a un número determinado de canales de 64Kbps, correspondiente a un canal de telefonía (por ej. 1 E1 = 30 + 2 canales de 64 Kbps)

1.3.2.1 Jerarquías digitales.

Para la transmisión de señales digitales se recurre a la multiplexación, de esta forma se consigue agrupar varios canales en un solo enlace físico.

La tasa de bits del canal básico en las redes digitales se encuentra estandarizado en 64kbps, pero las velocidades de multiplexación forman jerarquías, es decir se agrupan formando órdenes cada vez superiores.

Se pueden entonces distinguir 3 jerarquías a nivel mundial para la utilización de canales digitales de datos:

- Jerarquía europea, define la agrupación de 30 + 2 canales de 64kbps formando uno de 2048kbps (tributario). Luego se multiplexan 4 tributarios cada vez para obtener los órdenes superiores de la jerarquía ($2048 \times 4 = 8448\text{kbps}$, $8448 \times 4 = 34368\text{kbps}$ y $34368 \times 4 = 139264\text{kbps}$).
- Jerarquía norteamericana, agrupa 24 canales de 64kbps para obtener 1544kbps. Las jerarquías superiores son ($\times 4$) a 6312kbps y ($\times 7$) a 44736.
- Jerarquía japonesa, se obtiene a partir de su valor básico de 6312kbps y sus valores jerárquicos son de 32064kbps ($\times 5$) y de 97728 kbps ($\times 3$).

<i>Jerarquía CEE</i>		<i>Velocidad</i>	<i>Canales</i>	<i>Trama</i>
Primera	E1	2.048 kb/s	30	256 bit=125,00 μs
Segunda	E2	8.448 kb/s	120	848 bit=100,38 μs
Tercera	E3	34.368 kb/s	480	1536 bit= 44,70 μs
Cuarta	E4	139.268 kb/s	1920	2904 bit= 20,85 μs
Quinta	E5	564.992 kb/s	7680	2688 bit= 4,70 μs
<i>Jerarquía USA</i>				
Primera	DS1	1.544 kb/s	24	
Segunda	DS2	6.312 kb/s	96	1176 bit
Tercera	DS3	44.736 kb/s	674	4760 bit

Tabla. 1.4. Jerarquías Digitales

El tipo de multiplexación utilizado para alcanzar las tasas de bit mencionadas en la tabla anterior es el siguiente:

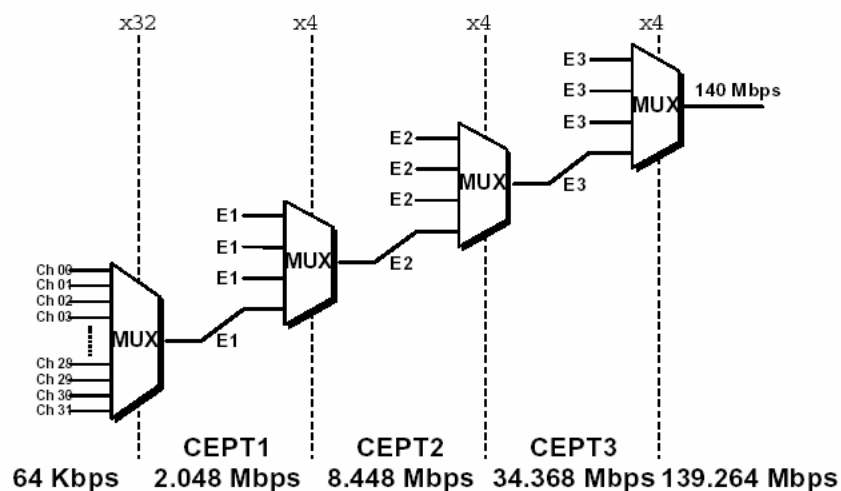


Figura. 1.9. Esquema de multiplexación.

Cabe aclarar que las velocidades de los órdenes superiores son mayores al simple producto de la velocidad del tributario por el número de entradas, esto debido a que se añade una cabecera (overhead) a los datos. De hecho, en tasas de bit superiores como 8Mbps, 34 Mbps y 140 Mbps existen 3 modos de entramado:

- Unframed: Solo transporta el Payload.
- Framed: Añade a la trama una señal de alineamiento (FAS frame alignment signal)
- Structured: Aparte de agregar el FAS a la trama, se añaden bits extras. Estos bits son de justificación y bits de control de justificación.

Entonces, las tramas quedan de la siguiente manera:

Tasa de transmisión: 8 Mbps

Tasa de transmisión de tributario: 2048 kbps

Cantidad de tributarios: 4

Longitud de la trama: 1056

Tasa de transmisión: 34 Mbps

Tasa de transmisión de tributario: 8448 kbps

Cantidad de tributarios: 4

Longitud de la trama: 1536

Tasa de transmisión: 140 Mbps

Tasa de transmisión de tributario: 34368 kbps

Cantidad de tributarios: 4

Longitud de la trama: 2928

1.3.2.2 Características plesíncronas y bit stuffing.

Las jerarquías PDH toman el nombre de plesíncronas debido a que cada multiplexador emplea un reloj totalmente independiente al de los demás.

Las principales jerarquías que se emplean a nivel mundial son la europea (admitida también en América Latina) y la Americana y se diferencian tanto en la trama como en la codificación.

Como se ha dicho, en cada multiplexor se emplea una señal de reloj plesíncrona, lo cual trae como consecuencia que el momento en el que se desea multiplexar 4 tributarios para subir la jerarquía, no todos los tributarios tienen la misma tasa de bits (que idealmente debería ser la nominal; por ej. 2048 Kbps) debido a diferencias en el sistema de reloj local.

Lo que sucede entonces, es que se recurre a una técnica llamada de *relleno o justificación* (bit stuffing), mediante la cual se pretende rellenar los espacios excesivos en las tramas, para que puedan ser eliminados en el demultiplexor. Sin embargo, a pesar de recurrir a la justificación no siempre se obtienen las tasas nominales (2048 Kbps, 8448 Kbps; etc), por lo que se han definido parámetros de tolerancia (medidos en *ppm*) que pueden permitir la multiplexación.

A continuación se indica el parámetro de tolerancia, así como otros importantes para una interfaz eléctrica PDH:

<i>Jerarquía</i>	<i>Canal</i>	<i>Primera</i>	<i>Segunda</i>	<i>Tercera</i>	<i>Cuarta</i>
Velocidad kb/s	64	2048	8448	34368	139264
Tolerancia ppm	±100	±50	±30	±20	±15
Tensión Vpp	±1	±2,37	±2,37	±1	±0,5
Tolerancia %	10	10	10	10	10
Código de línea	Co-Dir.	HDB3	HDB3	HDB3	CMI
Ancho pulso nseg		59	14,55	7,18	
Impedancia Ohm	120	75	75	75	75
Alternativa		3V/120ohm			
Ecuación dB	3dB/128K	6dB/1M	6dB/4M	12dB/17M	12dB/70M
Secuencia prueba	2 ¹¹ -1	2 ¹⁵ -1	2 ¹⁵ -1	2 ²³ -1	2 ²³ -1

Tabla. 1.5. Tasa de transmisión de las redes PDH

En la figura se puede observar que para la primera jerarquía (E1) se acepta una tolerancia de ± 50 ppm, lo que equivale a una tolerancia en la tasa de bits de $\pm 102,4$ bps.

De esta forma, con el *bit stuffing* lo que se pretende es corregir la velocidad de transmisión de los tributarios a la entrada del multiplexor, de forma que estén dentro de la tolerancia permitida por la norma.

1.3.2.3 Trama del tributario (2048 kbps).

El tributario de 2048 kbps comprende el primer orden jerárquico de PDH y la organización de los canales digitales se hace por medio de la multitrama o MFR, la cual está compuesta de 16 tramas o FRs (numeradas de 0 - 15) compuestas a su vez de 32 slots de tiempo (numerados de 0 - 31).

Cada time slot está compuesto de 1 byte, el cual equivale a un canal de 64kbps. De esta forma es que se obtiene el canal de 2048kbps, ya que son 64kbps por cada uno de los 32 slots de tiempo.

Cada trama (32 time slots) tiene una duración de 125 microsegundos (debido a la frecuencia de 8KHz para muestreo de la señal telefónica), lo que da como resultado una duración de 2 ms de la multitrama.

Dentro de los 32 time slots existentes se tiene el TS:0 para alineamiento de trama, el TS:16 para la señalización asociada al canal y los restantes time slots (TS:1 – TS:15 y TS:17 – TS:31) se usan para los datos a 64kbps.

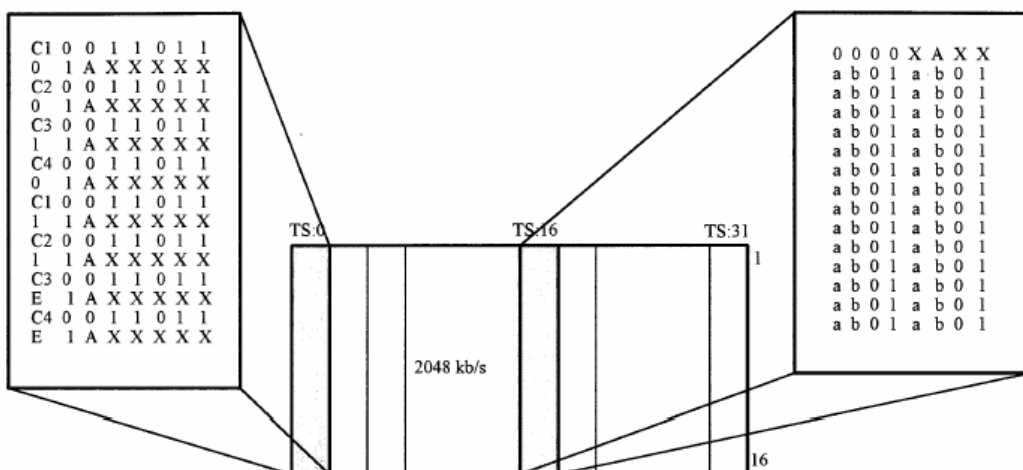


Figura. 1.10. Multitrama para un E1 (2048Kbps)

1.4 EQUIPOS SPLIT Y FULLY INDOOR, CARACTERÍSTICAS Y DIFERENCIAS

Dentro del Mercado de equipos de radio microonda existen varios modelos de radios, con distintos tipos de configuraciones físicas, lo cual les permite tener ciertas ventajas o desventajas. Entre los tipos de configuraciones de radio que se pueden encontrar dentro del mercado se tiene:

- Fully Indoor
- Split
- Fully Outdoor

La selección del equipo a utilizar depende mucho de la aplicación que se requiera.

La gráfica a continuación muestra un esquema de lo elementos que son parte de los equipos de radio microonda. Estos componentes son los participantes en la transmisión y recepción de la señal en RF.

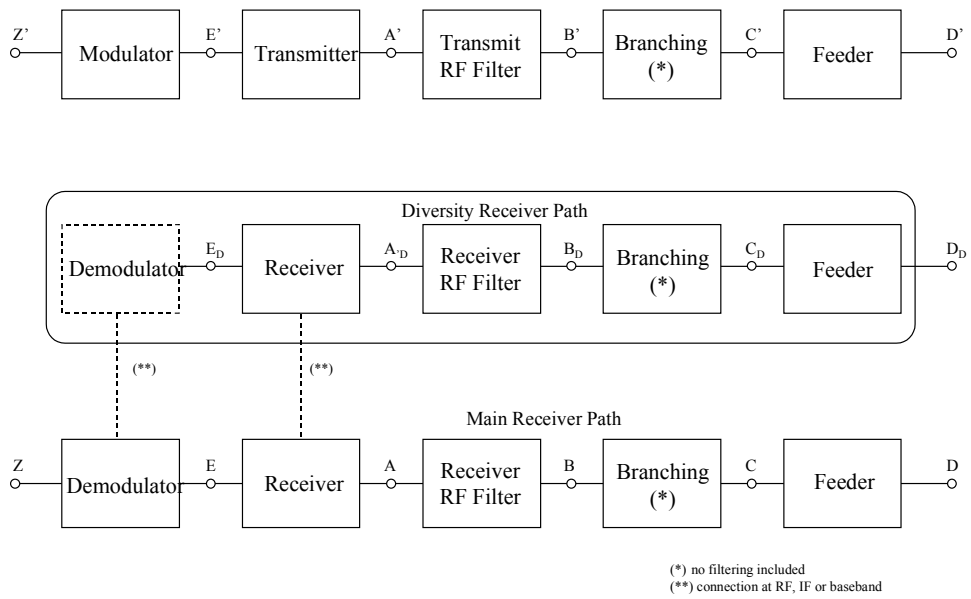


Figura. 1.11. Radio building blocks (ETSI standard)

Para facilitar el entendimiento del uso de los equipos, por favor referirse a la siguiente gráfica:

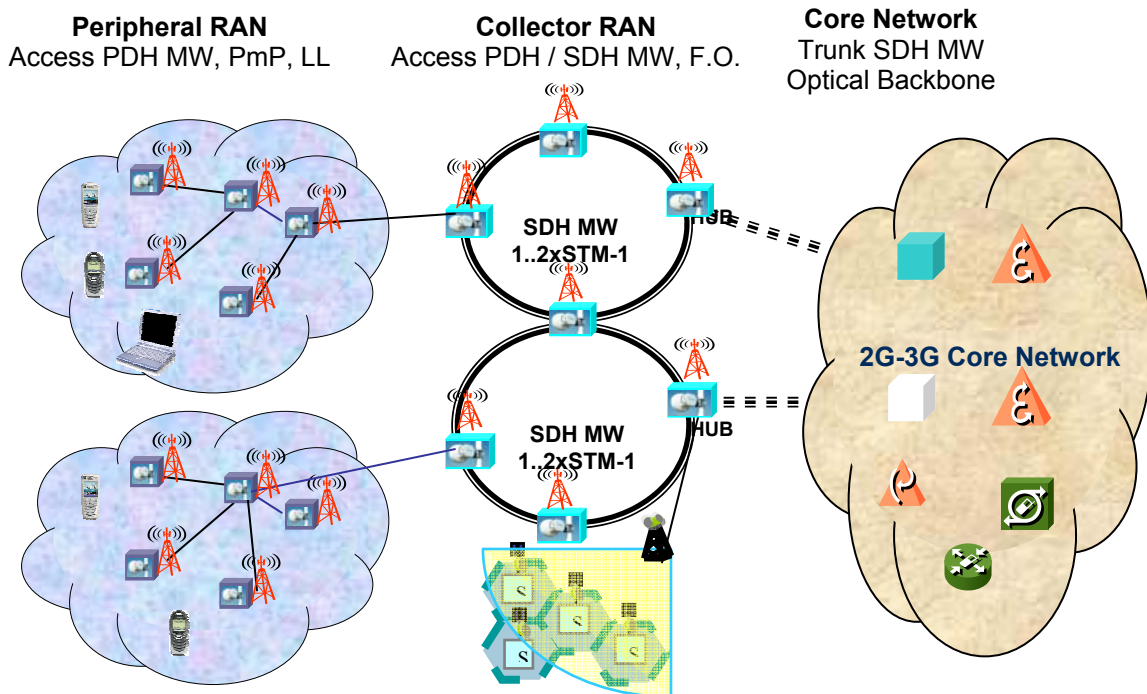


Figura. 1.12. Red de Transporte Celular

1.4.1 Fully Indoor.

Los equipos Fully Indoor son equipos cuyo montaje es completamente interno; es decir, su montaje se realiza dentro de un shelter o caseta, y la conexión entre la antena y el equipo normalmente se realiza a través de guía de onda a la frecuencia de transmisión RF. Es decir, tanto la señal en banda base, las conversiones de la señal a una frecuencia IF y la conversión a frecuencia RF se realizan dentro del equipo. Entonces, si tomamos el modelo de la gráfica anterior como referencia, el equipo emite una señal con cierta potencia en el punto D, pero debido a que la señal no se encuentra conectada directamente a la antena y esta distancia por lo general es mayor a los 10 m se producen ciertas pérdidas inherentes del medio de transmisión.

En el mundo de los radios microonda, los equipos fully indoor son utilizados para aplicaciones donde se requiere de gran potencia; como es el caso de enlaces de una distancia bastante larga. Los equipos del tipo fully Indoor pueden ser capaces de alcanzar altas capacidades (varios STM-1), trabajar con altas potencias, y por tal razón suelen ser utilizados en enlaces del tipo Trunk.

Los equipos del tipo Fully Indoor también poseen otra gran ventaja, y esta es del tipo operativo. El mantenimiento de los equipos Fully Indoor es mucho más simple que el mantenimiento de los equipos Split, debido a que todo el equipo se encuentra ubicado dentro del shelter. Un técnico encontrará mucho más simple la revisión o reparación de estos sistemas, porque se evita la necesidad de subir a una torre.

1.4.2 Split.

Los equipos del tipo SPLIT son equipos compuestos por dos partes las cuales se instalan en lugares físicamente apartados pero no pueden funcionar independientemente; es decir, los equipos se encuentran divididos. Sus partes son denominadas IDU (Indoor Unit) y ODU (Outdoor Unit). Como sus nombres lo indican la IDU es el componente del radio que se instala en el shelter o caseta, mientras que la ODU se instala en el exterior, lo más cercanamente posible a la antena.

Los equipos SPLIT dividen las funcionalidades del radio entre las dos partes del mismo. Normalmente la IDU es la parte del equipo encargada de la manipulación de tributarios, control de alarmas y configuración del equipo. La gestión del radio se realiza a través de esta unidad, a ella llegan y salen las señales de control de un sistema de gestión remoto o local. Además, en ella se llega a realizar conversiones de banda base y convertirla máximo a IF. La ODU es la encargada de lo que es modulación, transmisión y recepción de la señal en RF. En la gráfica ubicada al inicio de este capítulo, podemos decir que la ODU es la encargada de todos estos procesos.

Las ventajas de utilizar equipos con este tipo de configuración son variadas, como es disminución de pérdidas, disminución de espacio físico, y modularidad. Equipos SPLIT introducen pocas pérdidas a la señal de salida, porque es la ODU la encargada de realizar la transmisión en RF, y esta se encuentra a unos pocos metros de distancia de las antenas; por tanto, las pérdidas causadas debido a la guía de onda son despreciables. Al dividir al equipo en dos unidades, el espacio utilizado en los racks de la caseta o shelter es bastante reducido en comparación con equipos de las mismas características que sean Fully Indoor. Los equipos SPLIT de por sí ya son modulares, y pueden facilitar el reemplazo de cualquiera de sus dos unidades en caso de que existiera algún problema. Normalmente este tipo de equipos son utilizados dentro de la red de acceso de una red de transmisión.

1.4.3 Fully Outdoor.

Los equipos Fully Outdoor son equipos que pueden ser instalados de manera externa sin la necesidad de posicionarse dentro de un shelter. Para alcanzar este objetivo, los equipos están provisionados de una carcasa totalmente impermeable. Aunque tengan la característica de ser instalados a la intemperie, algunos de estos equipos pueden ser considerados como SPLIT. Ejemplo de ellos encontramos al radio SRAL Fully Outdoor.

Estos radios son de alta utilidad en lugares donde se tenga dificultad para montar shelters, o simplemente como una solución económica. EL problema con este tipo de radios es el tipo de configuraciones máximas que puede alcanzar, y por tal razón suelen ser instalados en los extremos de la red de acceso de una red de transmisión.

1.5 CANALIZACIÓN DE FRECUENCIAS

1.5.1 Recomendaciones de canalización de frecuencias de la ITU para las bandas de 6, 7, 8, 13, 15, 18 GHz.

Para el uso de las diferentes bandas de frecuencias y los canales que las comprenden, los organismos internacionales, como la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones), que funcionan como entes regulatorios, expiden Recomendaciones y normas que los países y sus empresas deben cumplir. Entre los aspectos regulados por la ITU-T destacamos dos que son de vital importancia para el funcionamiento adecuado de las telecomunicaciones basadas en radio enlaces digitales. Estos son:

- **Objetivos de desempeño.**

Se refiere al desempeño y disponibilidad para redes digitales, independientemente del medio de transmisión. En este caso, las recomendaciones de la ITU-T se toman en cuenta para la producción de la ITU-R Error por desempeño y Recomendaciones de disponibilidad, los cuales son específicos para los sistemas de radio enlaces digitales. Ejemplo de este tipo de recomendación son la ITU R F. 1491 e ITU R F.1397.

- **Utilización de las bandas de RF.**

Se definen los tipos de radio servicios que pueden operar en cada banda de RF. En el caso de las bandas de RF que son asignadas para sistemas de radio fijos, la ITU-R recomienda la utilización de una planificación de frecuencias, en la cual se detalla la ubicación exacta de la portadora, el espaciamiento entre canales, las bandas de seguridad; etc.

De esta forma, nos centraremos básicamente en el segundo aspecto, ya que este es el tema que se planea ayudar a fortalecer con el desarrollo de este proyecto.

La ITU-R ha desarrollado una serie de normas y recomendaciones que se orientan a la utilización del espectro de frecuencias, características y calidad del desempeño de sistemas y estaciones.

A pesar de que estas recomendaciones sobre canalización del espectro de frecuencias no tienen carácter de obligatorias, los países y demás deben considerar que han sido desarrolladas por expertos técnicos y que están diseñadas para poder tener un mejor control y mantener una administración seria del espectro de frecuencias.

La ITU-R ha definido un gran número de recomendaciones sobre los más variados temas y servicios, desde comunicaciones satelitales para radiodifusión hasta Vocabulario y cuestiones afines. Cada uno de estos grandes temas son llamados series y cada serie se dedica a tratar ciertos temas específicos. La serie que se encarga de la distribución y administración de radio canales es la serie F y en ella encontramos un determinado número de recomendaciones específicas a ciertas bandas de frecuencias, sistemas de comunicación; etc.

1.5.1.1 Características de las recomendaciones de la UIT.

Las principales características que tienen las recomendaciones propuestas por la UIT son las siguientes:

- Separar las sub bandas para canales de transmisión (TX) y canales de recepción (RX), tomando en cuenta una banda de protección central.
- Proveer un espaciamiento constante entre canales co-polarizados.
- Define dos tipos de arreglos o planes de canales: El alternado (AP – Alternated Patern) y el Co-Canal (CC – Co-Channel).

Se consideran dos criterios para el plan activo de frecuencias: Uno tomando en cuenta frecuencias inferiores a 12 GHz (el cual procura compatibilidad de canales en la transición de canales analógicos a canales digitales). Y otro criterio, tomando en cuenta frecuencias superiores a 12 GHz (el cual es un arreglo optimizado para canales digitales).

1.5.2 Bases de datos de frecuencias y coordenadas utilizadas por Siemens.

Para poder observar las bases de datos, por favor referirse al numeral 2.1.

CAPÍTULO 2

DISEÑO DE LA BASE DE DATOS CONSIDERANDO LAS RECOMENDACIONES DE LA UIT

2.1 DEPURACIÓN DE LA BASE DE DATOS DE FRECUENCIAS Y COORDENADAS GEOGRÁFICAS, EMPLEADA POR SIEMENS.

Para el funcionamiento de este Software se trabaja con dos tipos de bases de datos, tal como se lo ha explicado anteriormente. Estos dos tipos de bases de datos corresponden a bases de datos de los enlaces micro ondas existentes y a bases de datos sobre recomendaciones de canalización de frecuencias expedidas por la UIT.

Para el caso de las bases de datos de enlaces, hay que aclarar que se ha debido unificar en una sola base de datos, la información existente en bases de datos separadas y correspondientes a diferentes empresas con las cuales Siemens Ecuador S.A. trabaja y para quienes implementa enlaces de micro ondas.

Las bases de datos que se han utilizado y unificado, corresponden a las bases de datos individuales de Porta (CONECEL), Movistar (TELEFÓNICA) y Andinatel.

El trabajo de unificación se basa esencialmente en la creación de un modelo de base de datos con la información más importante que identifica a un enlace de micro ondas. Obviamente no todas las bases de datos cumplían con este formato ideal, por lo tanto se

debieron hacer adecuaciones, así como rellenar los campos de los cuales no se tenía información alguna o que no pudo ser conseguida.

Este proceso de unificación de la base de datos es uno de los más importantes dentro del funcionamiento del Software, ya que de estas bases de datos se extrae toda la información que se analiza y en caso de que no reflejen la realidad sobre la existencia de enlaces de micro ondas, esto significaría un problema potencialmente grave, ya que no se tomarían en cuenta enlaces que podrían existir en la realidad, por lo tanto se podría recomendar el uso de frecuencias que probablemente no se puedan utilizar en la práctica.

De esta forma, los campos que se han decidido incorporar a la base de datos unificada son los siguientes:

- Nombre de la estación A.
- Latitud de la estación A (en grados, minutos y segundos).
- Longitud de la estación A (en grados, minutos y segundos).
- Altura sobre el nivel del mar (A.S.N.M., en m) de la estación A.
- Azimut de la antena A (en grados).
- Tipo de la antena A.
- Nombre de la estación B.
- Latitud de la estación B (en grados, minutos y segundos).
- Longitud de la estación B (en grados, minutos y segundos).
- Altura sobre el nivel del mar (A.S.N.M., en m) de la estación B.
- Azimut de la antena B (en grados).
- Tipo de la antena B.
- Distancia del enlace (en Km).
- Potencia del enlace (en W).
- Polarización de la antena (Vertical u Horizontal).
- Frecuencia de transmisión (TX, en MHz).
- Frecuencia de recepción (RX, en MHz).
- Ancho de banda (AB, en MHz).
- Condición del enlace (operativo, no operativo, de prueba; etc).
- Fabricante del equipo utilizado en el enlace (Siemens, Ericsson, Nokia; etc).
- Modelo del equipo utilizado en el enlace (SRA 4, SRAL XD; etc).

- Cliente – propietario del enlace (Telefónica, Porta, Andinatel).
- id (Campo de uso exclusivo para el manejo de la base de datos. Corresponde al primary key).

De esta forma, se tomaron las bases de datos por separado y se las adaptó al formato y número de campos expuesto y por último se unió todas las bases de datos en una sola.

Para el manejo de las bases de datos (tanto de enlaces como de recomendaciones) se ha utilizado Microsoft Access, es decir el Software se conecta a una base de datos de Access, aunque es posible interactuar con datos de Microsoft Excel (mediante la exportación e importación de información) para dar mayor flexibilidad y comodidad al usuario.

El caso más crítico para la unificación de la base de datos es el de Andinatel, ya que no se contó con una base de datos completa y actualizada que refleje en una sola fuente todos los enlaces que la empresa administra. Por esta razón se tuvo que recopilar la información de varias fuentes y adoptar valores especiales para los campos de información desconocidos.

Para las bases de datos de Porta y Telefónica el trabajo fue considerablemente menor, ya que estas empresas sí cuentan con bases de datos completas y actualizadas sobre sus enlaces.

Parte del trabajo de depuración de la base de datos se basa en la revisión del formato establecido para el ingreso de la información. Por ejemplo, la potencia del enlace se asume en Vatios, por lo tanto hay que asegurarse que todos los registros que tienen esta información concuerden en las unidades adoptadas como estándar.

Dentro de este aspecto, uno de los más críticos corresponde al formato de latitud y longitud que las bases de datos presentaban. De acuerdo a la diversidad de caracteres separadores (comillas, espacios, dobles comillas; etc) que se encontró en las bases de datos, se tuvo que adoptar un formato ideal y permitir cierta flexibilidad en la presentación que pudieran tener (esta flexibilidad permitida se controla por código, el cual es capaz de interpretar estos diferentes tipos de formato admitidos).

De igual manera, el trabajo de corrección de ciertos valores que se salen fuera del estándar y de los formatos extras admitidos deben ser corregidos de forma manual, ya que de lo contrario el Software no será capaz de interpretar esta información y por lo tanto no se tomará en cuenta el enlace para el análisis.

Adicionalmente cabe aclarar que el Software presenta automáticamente, durante la ejecución una serie de mensajes que indican en qué campos se detectan formatos errados o valores nulos y el número de registro correspondiente, de esta forma, mediante la utilidad de la administración de bases de datos, se puede ubicar rápidamente dichos registros y tomar las medidas adecuadas.

ESTACIÓN_A	LATITUD_A	LONGITUD_A	ASNM_A_m	AZIMUT_A	ANTENA_A	ESTACIÓN_B	LATITUD_B	LONGITUD_B	ASNM_B_m
CERRO AZUL	02° 09' 44.90" S	79° 57' 17.75" O	394	216.13	HP	SABANA GRANDE	02° 29' 40.00" S	80° 11' 47.00" O	5
CERRO AZUL	02° 09' 44.90" S	79° 57' 17.75" O	394	252.06	HP	CERRO GONZALEZ	02° 20' 56.29" S	80° 32' 23.83" O	300
CERRO AZUL	02° 09' 44.90" S	79° 57' 17.75" O	394	252.06	HP	CERRO GONZALEZ	02° 20' 56.29" S	80° 32' 23.83" O	300
CERRO AZUL	02° 09' 44.90" S	79° 57' 17.75" O	394	319.59	HP	COROSO	01° 29' 23.12" S	80° 31' 26.51" O	740
CERRO DE HOJAS	01° 02' 44.60" S	80° 32' 45.94" O	648	21.87	HP	LOMA DE VIENTO	00° 42' 17.90" S	80° 24' 20.58" O	385
CERRO DEL CARMEN	02° 10' 47.47" S	79° 52' 47.90" O	98	95.08	HP	DURAN	02° 11' 22.00" S	79° 48' 08.60" O	3
CERRO DEL CARMEN	02° 10' 47.47" S	79° 52' 47.90" O	98	196.33	HP	ESTEROS	02° 14' 55.10" S	79° 53' 56.30" O	4
COROSO	01° 29' 23.12" S	80° 31' 26.51" O	740	357.14	HP	CERRO DE HOJAS	01° 02' 44.60" S	80° 32' 45.94" O	648
DURAN	02° 11' 22.00" S	79° 48' 08.60" O	3	110.01	HP	ALTARURCO	02° 28' 54.32" S	78° 59' 37.00" O	3226

Tabla. 2.1. Parte 1: Muestra del formato de la base de datos para enlaces

AZIMUT_B	ANTENA_B	DISTANCIA_Km	POTENCIA_W	POLARIZACIÓN	TX_MHz	RX_MHz	AB_MHz	CONDICIÓN	FABRICANTE	EQUIPO	CLIENTE
36.13	HP	45.48	0.25	V	7547	7792	28	XXXXX	Siemens Telecom	XXXXX	PORTA COSTA
72.06	HP	68.27	0.25	V	7526	7771	28	XXXXX	Siemens Telecom	XXXXX	PORTA COSTA
72.06	HP	68.27	0.25	V	7163	7324	14	XXXXX	Siemens Telecom	XXXXX	PORTA COSTA
139.59	HP	97.68	0.79	H	8404.31	8256.696	28	XXXXX	Siemens Telecom	XXXXX	PORTA COSTA
201.87	HP	40.79	0.79	H	8431.634	8280.02	28	XXXXX	Siemens Telecom	XXXXX	PORTA COSTA
275.08	HP	8.7	0.79	H	8478.282	8326.668	28	XXXXX	Siemens Telecom	XXXXX	PORTA COSTA
16.33	HP	7.89	0.08	V	4474	4786	28	XXXXX	Siemens Telecom	XXXXX	PORTA COSTA
177.14	HP	49.16	0.79	V	8256.7	8408.31	28	XXXXX	Siemens Telecom	XXXXX	PORTA COSTA
289.98	HP	95.59	0.79	V	8303.344	8454.958	28	XXXXX	Siemens Telecom	XXXXX	PORTA COSTA

Tabla. 2.1. Parte 2: Continuación de los campos

2.2 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA BASE DE DATOS CONSIDERANDO LAS RECOMENDACIONES DE LA ITU SOBRE CANALIZACIÓN DE FRECUENCIAS

Para el diseño de esta base de datos se tomó en cuenta las recomendaciones sobre canalización de frecuencias expedidas por la UIT y que trabajan con los modelos de radios empleados por Siemens para los enlaces. Cabe aclarar que se emplean actualmente cuatro modelos de radios que son:

- Siemens SRAL XD.
- Siemens SRA 4.
- Siemens SRT1C.
- Siemens SRT1F.

Y para cada modelo se diseñó una base de datos de acuerdo a las recomendaciones y bandas de frecuencias con las que pueden trabajar.

La información sobre la disposición de canales admitidas se la tomó de los diferentes manuales de los equipos y no necesariamente son iguales para cada caso.

De forma general, las recomendaciones y bandas de frecuencias con las que trabajan los diferentes equipos son las siguientes:

SRT1C:

- 4L GHz Channel Arrangement: (ITU-R Rec. 382-6) AP
- 4L GHz Channel Arrangement: (ITU-R Rec. 635-2) AP
- 4L GHz Channel Arrangement: (ITU-R Rec. 635-2 Annex 1) AP
- 4U GHz Band Frequency Allocation (ITU-R F.382) AP
- 5L GHz Channel Arrangement: ITU-R Rec. 1099
- 5L GHz Channel Arrangement: (ITU-R Rec. 746-1 Annex 3) AP
- 6L GHz Channel Arrangement: (ITU-R Rec. 383-5) AP

- 6L GHz Channel Arrangement: (ITU-R Rec. 383-5) AP
- 6U GHz Band Frequency Allocation (ITU-R F. 384) AP
- 6U GHz Channel Arrangement: (ITU-R Rec. 384-5) AP
- 7U GHz Band Frequency Allocation (ITU-R F. 385 Annex 1) AP
- 7U GHz Channel Arrangement: (ITU-R Rec. 385-6 Annex 4) AP
- 8L GHz Channel Arrangement: (ITU-R Rec. 386-4 Annex 1) AP
- 8L GHz Band Frequency Allocation (ITU-R F. 386 Annex 1) AP
- 11L GHz Band Frequency Allocation (ITU-R F. 387-6 Annex 2) AP
- 11U GHz Band Frequency Allocation (ITU-R F. 387) Annex 2 AP
- 13L GHz Channel Arrangement: (ITU-R Rec. 497-4 Annex 1) AP
- 13L GHz Band Frequency Allocation (ITU-R F.497) Annex 1 AP

SRAL XD:

- 7/8 GHz Channel Arrangement (ITU-R F.385-7).
- 7/8 GHz Channel Arrangement (ITU-R F.385-7).
- 7/8 GHz Channel Arrangement (ITU-R F.385-7 Annex 3)
- 7/8 GHz Channel Arrangement (ITU-R F.385-7 Annex 1).
- 7/8 GHz Channel Arrangement (ITU-R F.385-7).
- 7/8 GHz Channel Arrangement (ITU-R F.385-7 Annex 1).
- 7/8 GHz Channel Arrangement (ITU-R F.385-7 Annex 3).
- 7/8 GHz Channel Arrangement (ITU-R F.385-7 Annex 4).
- 7/8 GHz Channel Arrangement (ITU-R F.386-6 Annex 1).
- 7/8 GHz Channel Arrangement (ITU-R F.386-6 Annex 4).
- 7/8 GHz Channel Arrangement (ITU-R F.386-6 Annex 3).
- 7/8 GHz Channel Arrangement (ITU-R F.386-6 Annex 3).
- 13GHz Channel Arrangement (ITU-R F.497).
- 15GHz Channel Arrangement (ITU-R F.636-3).
- 15GHz Channel Arrangement (ITU-R F.636-3).
- 15GHz Channel Arrangement (ITU-R F.636-3).
- 15GHz Channel Arrangement (ITU-R F.636-3).
- 15GHz Channel Arrangement (ITU-R F.636-3).

- 15GHz Channel Arrangement (ITU-R F.636-3).
- 15GHz Channel Arrangement (ITU-R F.636-3).
- 18GHz Channel Arrangement (ITU-R F.595-8 Annex 5).
- 18GHz Channel Arrangement (ITU-R F.595-8 Annex 7).
- 18GHz Channel Arrangement (ITU-R F. 936-2 Annex 2).
- 18GHz Channel Arrangement (ITU-R F.595-8 Annex 3).
- 23GHz Channel Arrangement (ITU-R F.637-3 Annex 3).
- 23GHz Channel Arrangement (ITU-R F.637-3 Annex 1).
- 26GHz Channel Arrangement (ITU-R F.748-4 Annex 1).
- 28GHz Channel Arrangement (ITU-R F.748-4 Annex 2).
- 32GHz Channel Arrangement (ITU-R F.1520-2).
- 38GHz Channel Arrangement (ITU-R F.749-2 Annex 1).

SRT1F:

- 4L GHz Channel Arrangement (ITU-R F.635 Annex 1).
- 5L GHz Channel Arrangement ITU-R F.1099 Annex 1).
- 6U GHz Channel Arrangement (ITU-R F.384).
- 11 GHz Channel Arrangement (ITU-R F.387).
- 11GHz Channel Arrangement (ITU-R F.387 Annex 2).
- 4U GHz Channel Arrangement (ITU-R F.382).
- 6L GHz Channel Arrangement (ITU-R F.383).
- 7L GHz Channel Arrangement (ITU-R F.385).
- 7U GHz Channel Arrangement (ITU-R F.385 Annex 1).
- 8 GHz Channel Arrangement (ITU-R F.386 Annex 1).
- 13 GHz Channel Arrangement (ITU-R F.497).

SRA 4:

- 6 GHz Channel Arrangement (ITU-R F.383).
- 7 GHz Channel Arrangement (ITU-R F.385).
- 8 GHz Channel Arrangement (ITU-R F.386).

- 11 GHz Channel Arrangement (ITU-R F.387).
- 13 GHz Channel Arrangement (ITU-R F.497).
- 15 GHz Channel Arrangement (ITU-R F.636).
- 18 GHz Channel Arrangement (ITU-R F.595).
- 23 GHz Channel Arrangement (ITU-R F.637).
- 26 GHz Channel Arrangement (ITU-R F.748).
- 28 GHz Channel Arrangement (ITU-R F.748).
- 38 GHz Channel Arrangement (ITU-R F.749).

A continuación se presenta un pequeño ejemplo de la forma de implementación de una base de datos de recomendaciones, correspondiente al Siemens SRTIC:

BASE			
4U GHz Band Frequency Allocation (ITU-R F.382) AP	3800 4200	4U	
Nº CANAL	FC (MHZ)	SHIFTER (MHZ)	ID (AP - CC)
1	3824.5	213	AP
3	3853.5	213	AP
5	3882.5	213	AP
2	3911.5	213	AP
4	3940.5	213	AP
6	3969.5	213	AP
BASE			
5L GHz Channel Arrangement: ITU-R Rec. 1099 AP	4400 5200	5L	
Nº CANAL	FC (MHZ)	SHIFTER (MHZ)	ID (AP - CC)
1	4430	300	AP
3	4510	300	AP
5	4590	300	AP
7	4670	300	AP
2	4470	300	AP
4	4550	300	AP
6	4630	300	AP
BASE			
5L GHz Channel Arrangement: (ITU-R Rec. 746-1 Annex 3) AP	4400 5000	5L	
Nº CANAL	FC (MHZ)	SHIFTER (MHZ)	ID (AP - CC)
1	4418	312	AP
3	4474	312	AP

5	4530	312	AP
7	4586	312	AP
9	4642	312	AP
2	4446	312	AP
4	4502	312	AP
6	4558	312	AP
8	4614	312	AP
10	4670	312	AP

Tabla. 2.2. Ejemplo base de datos de recomendaciones

El formato aquí presentado es único y necesario para el funcionamiento del Software, esta base de datos debe ser manipulada de forma estricta, ya que la falta o error en sus campos puede generar un mal funcionamiento o mensajes de error en el Software.

Como se puede observar en la tabla, existen tres recomendaciones de canalización de frecuencias, donde cada inicio de una nueva recomendación se especifica con la palabra clave BASE en mayúsculas.

A continuación de la palabra clave, se debe ingresar el nombre completo de la recomendación y los campos siguientes se especificarán, los límites de trabajo de la recomendación, separados por un espacio en blanco y en MHz, además del nombre de la banda.

Luego se deberá ingresar una fila correspondiente a los títulos de los campos que se manipulan (siempre serán los mismo). Y debajo de estos inmediatamente se escribirá en detalle el número, frecuencia central (en MHz), shifter (en MHz) e identificativo de la configuración de los canales (AP – Alternated Patern o CC - Co-Channel).

Se muestra en la siguiente figura una descripción de los campos y valores necesarios para describir una recomendación en la base de datos.

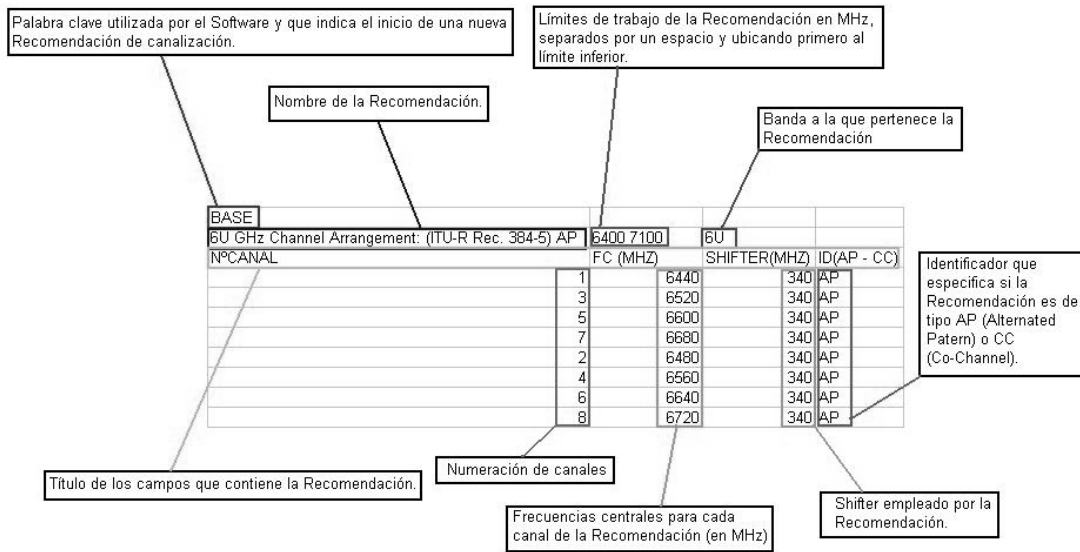


Figura. 2.1. Descripción de los campos de la base de datos de las recomendaciones

2.3 BASES DE DATOS DE ODUs

Adicionalmente a las anteriores bases de datos se ha decidido necesario implementar una nueva base de datos con respecto a los códigos y frecuencias de operación de las ODUs (Outdoor Units), ya que existen equipos (SRAL XD y SRA 4) que necesitan de estos equipos adicionales y su elección se basa en la frecuencia de trabajo que se desea para el enlace.

De esta forma, esta base de datos se utilizará únicamente para proveer, al final del análisis de disponibilidad de frecuencias, un dato adicional correspondiente al código a la ODU que se puede emplear (en base a la frecuencia seleccionada).

Esto facilitará el trabajo del operador al momento de la elección de la ODU, posterior a la elección de la frecuencia de trabajo.

CAPÍTULO 3

DESARROLLO DEL SOFTWARE PARA DESIGNACIÓN DE FRECUENCIAS

3.1 DIAGRAMA DE BLOQUES

En esta sección se muestra el diagrama general de los componentes utilizados para el desarrollo del Software y de las tareas básicas que cumple cada uno de ellos dentro del funcionamiento global del Software.

El presente Software ha sido desarrollado de la forma más modular posible, de modo que permita la máxima reutilización de código y algoritmos para la ejecución de las distintas tareas programadas e identificadas como básicas.

La estructura que se ha pensado para el Software es jerárquica y está compuesta por tres niveles, siendo el Nivel 1 el más bajo y el Nivel 3 el más alto. El Nivel 1 es el de procesos y algoritmos, es el nivel más bajo y que provee de funcionalidades para el siguiente nivel que es el de utilidades (Nivel 2), en donde se agrupan procesos en un orden específico para dar un servicio en específico. Por último, todas las utilidades disponibles (Nivel 2) son las que en conjunto forman y dan servicios a la aplicación en general, que funciona como un administrador global de utilidades y funciones. Este es el Nivel 3 y se encarga de ejecutar las utilidades, y formar la comunicación o el paso de información de una utilidad a otra.

De esta forma, para que sea lo más claro posible el desarrollo del presente Software se van a presentar varios diagramas: Un diagrama de bloques explicativo de la relación y funciones de los componentes (niveles) generales del Software, un diagrama que explica la relación jerárquica entre niveles y como se brindan los servicios de un nivel a otro. Por último se presentará una serie de diagramas específicos para cada utilidad disponible en el Software y que muestra los elementos que componen dicha utilidad, la secuencia en la que se ejecutan, su relación con otras utilidades; etc.

Dentro los niveles 1 y 2, puede existir una sub división, la cual sirve para identificar elementos del mismo nivel jerárquico pero que se ejecutan secuencialmente antes que otros y la información que generan sirve como entrada al proceso que los contiene. Estos se indicarán en los diagramas específicos de cada utilidad.

De esta forma se tendrá la idea completa de la planeación y desarrollo que se han llevado a cabo durante el proceso de programación.

3.1.1 Diagrama de bloques de los componentes del Software y su relación.

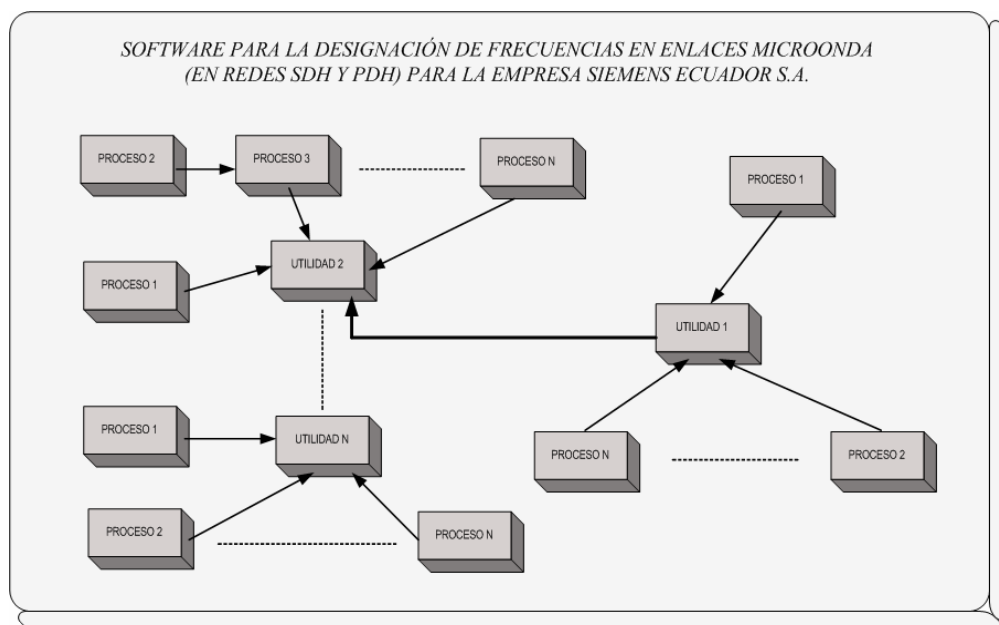


Figura. 3.1. Componentes del Software

3.1.2 Diagrama de Niveles Jerárquicos.

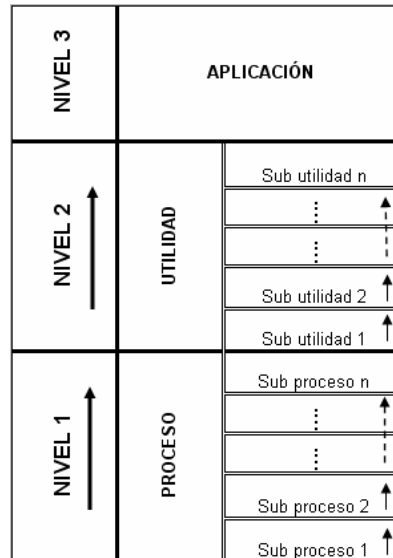


Figura. 3.2. Descripción de niveles jerárquicos

En este diagrama se puede observar claramente la naturaleza jerárquica de los componentes del Software y cómo se estructuran de forma individual.

Los niveles jerárquicos, como se explicó anteriormente son tres:

- **Nivel 1 (Procesos)**

Este es el nivel básico de funcionamiento y se encarga de proveer funcionalidad directa al siguiente nivel, que es el de **Utilidad**. En este nivel se desarrollan las diferentes funciones básicas de cálculo y que generan información (variables, matrices; etc) a partir de datos crudos o casi crudos, recuperados, por ejemplo de una de las bases de datos.

Este nivel, formado por procesos, permite que algunos de ellos se generen a partir de la información generada a su vez por otros pequeños procesos y que se deben ejecutar antes. A estos procesos que se ejecutan secuencialmente antes de otro que requiere de sus salidas para generar información los hemos llamado sub procesos.

Debemos aclarar que estos sub procesos forman parte del mismo nivel jerárquico (Nivel 1), pero debido a que se deben ejecutar antes que otros procesos han recibido ese nombre.

- **Nivel 2 (Utilidades)**

Proveen funcionalidad e información al nivel inmediato superior (Nivel 3). El nivel de Utilidades se encarga de recoger la información generada por varios procesos y agruparla para proveer ciertas funciones específicas al usuario. Por ejemplo proveer la utilidad de graficación del espectro de frecuencias a partir de resultados obtenidos de procesos de cálculo, graficación individual; etc.

Para este nivel tenemos un caso similar al encontrado en el Nivel 1, que es tener varias Utilidades que se deben ejecutar antes que otras para proveerlas de cierta información. Esas utilidades han recibido el nombre de sub utilidades y se generan exactamente en el mismo nivel jerárquico a partir de procesos, pero de manera análoga al caso anterior, se deben ejecutar antes que otras utilidades a las cuales proveen de información.

- **Nivel 3 (Aplicación)**

Este es el nivel más alto y lo hemos denominado el Nivel 3 o Aplicación. Este nivel funciona a manera de un administrador de utilidades y se lo puede comprender como el “Software” de una forma general.

Este nivel es el encargado de llamar o pedir información a las diferentes utilidades, de acuerdo a las acciones que ejecuta o solicita el usuario a través del entorno gráfico. El nivel de aplicación es el que encapsula o contiene implícitamente a los Niveles 1 y 2.

De una forma general se puede decir que una aplicación es un conjunto de utilidades o herramientas que el usuario puede utilizar. La aplicación constituye el entorno global donde se ejecutan y desde donde se llama a las utilidades.

3.1.3 Diagramas específicos de cada utilidad.

Esta sección se ha previsto para ser tratada con detalle en el punto 3.3 donde se explica por separado cada utilidad, con su respectivo diagrama y haciendo referencia a los procesos y el código programado que las componen.

3.2 ANÁLISIS Y SELECCIÓN DEL LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN

Para diseñar un Software con entorno visual, existen varios Lenguajes que proveen facilidades para añadir elementos gráficos o que trabajan con ellos de forma implícita. Entre los lenguajes de programación considerados y que podrían servirnos para aplicar en nuestro objetivo tenemos: Microsoft Visual Basic y Microsoft Visual C++.

Para la selección del Lenguaje a emplear en el desarrollo e implementación del presente proyecto se han analizado básicamente ocho aspectos, de los cuales se ha establecido una prioridad y posteriormente se ha procedido a la comparación de dichos aspectos entre los Lenguajes de programación antes citados.

De esta forma, los aspectos considerados para escoger el Lenguaje de Programación de acuerdo a la prioridad que se les ha dado y la evaluación correspondiente para cada lenguaje son los siguientes:

Aspectos a considerar	Prioridad*	Respuesta de Visual Basic 6.0**	Respuesta de Visual C++**
Facilidad de uso.	Alta	Alta	Media
Estabilidad	Alta	Media-alta	Alta
Integración con medios gráficos.	Alta	Media-alta	Media
Facilidad de manejo de Bases de Datos.	Alta	Alta	Alta
Rapidez para programar.	Media	Alta	Media-baja
Facilidad de distribución.	Media	Alta	Alta
Fuentes de ayuda disponibles.	Media	Alta	Alta
Experiencia en la utilización	Media	Media-baja	Media-baja

* Los niveles de prioridad pueden ser: Alta, media o baja.

** Los niveles de respuesta (o puntuación) pueden ser: Alta, media-alta, media, media-baja o baja.

Tabla. 3.1. Comparación entre lenguajes de programación

Como podemos observar, los factores más importantes considerados se refieren a la facilidad de uso, rapidez para el desarrollo del Software y la estabilidad.

En los dos primeros aspectos, podemos observar que el Lenguaje Microsoft Visual Basic lo hemos considerado con una mejor puntuación sobre Microsoft Visual C++, sin embargo, en cuanto a estabilidad, hemos considerado a Visual C++ con una mejor puntuación.

Si analizamos los demás aspectos considerados, podemos verificar que se ha dado una mejor puntuación a Visual Basic sobre Visual C++.

De esta forma, la selección del Lenguaje de programación para este proyecto en específico se hace clara a favor de la utilización de Microsoft Visual Basic.

Debemos aclarar que esta evaluación se da específicamente para el proyecto en cuestión y de ninguna manera trata de catalogar un lenguaje de programación como “mejor” que otro; se debe especificar que el programador selecciona un lenguaje siempre orientado a las tareas que debe cumplir el Software. Hay fortalezas y debilidades propias de cada lenguaje, pero lo importante es identificar cuales son las fortalezas más importantes que nuestra aplicación necesita, para así seleccionar el lenguaje de programación más adecuado.

3.3 DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DEL SOFTWARE

3.3.1 Descripción del funcionamiento del Software.

En esta etapa se especificarán todas las utilidades que el Software provee al usuario, así como los procesos que emplea cada utilidad y la especificación y explicación del código responsable de dicha operación.

Las utilidades disponibles en el Software son las siguientes:

- Consulta del espectro en una estación.
- Entrada de datos especificados por el usuario para un nuevo análisis de disponibilidad de frecuencias entre dos estaciones.
- Graficación del espectro en dos estaciones.
- Ubicación geográfica de estaciones y enlaces.
- Verificación de resultados y análisis.
- Impresión de reportes.
- Administración y búsquedas avanzadas en Bases de Datos.
- Ingreso de nueva información a la Base de Datos.
- Acceso al archivo de ayuda.

3.3.1.1 Consulta del espectro en una estación.

Mediante esta utilidad el usuario puede verificar el estado de utilización del espectro de frecuencias en una determinada estación y en el rango que así lo decida, es decir, mediante el ingreso de límites de graficación, el usuario determina que parte del espectro desea consultar.

Además, el usuario obtendrá una lista de todos los enlaces que la estación seleccionada tenga y adicionalmente, los enlaces con posibilidad de interferir a la estación seleccionada. El criterio con el cual se selecciona a los enlaces con posibilidad de interferir está dado en base a la distancia entre la estación interferente y la estación en la cual se desea consultar el espectro. Esta distancia la especifica el usuario (en Km) y la forma en la que funciona es, que los enlaces de todas las estaciones que se encuentren a una distancia menor o igual a la especificada, en relación a la estación que se desea consultar, serán tomados en cuenta para ser mostrados en la lista de enlaces, así como en la gráfica de utilización del espectro.

A continuación se presenta el diagrama de la utilidad con sus respectivos procesos.

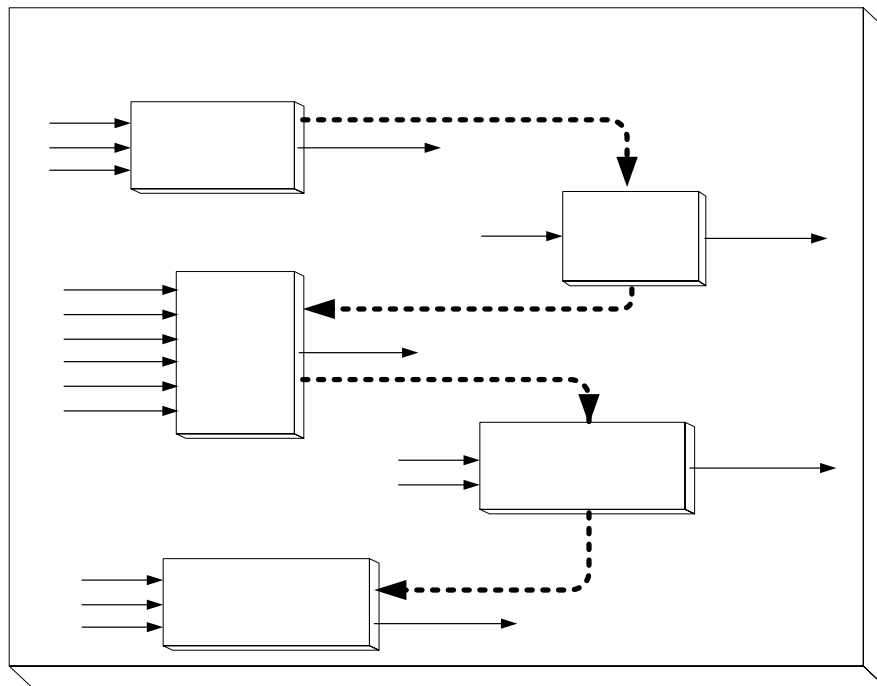


Figura. 3.3. Diagrama de procesos de Consulta del espectro en una estación

Consulta del espectro

c1lat
 c1long
 r_int
 ver_estacion
 ver_estacion()

3.3.1.2 Entrada de datos especificados por el usuario para un nuevo análisis de disponibilidad de frecuencias entre dos estaciones.

Esta utilidad forma parte de la pantalla principal y se emplea para proveer al usuario la capacidad de ingresar sus propios datos para el análisis de disponibilidad de un determinado canal de frecuencia entre dos estaciones.

Esta capacidad de ingreso de datos está dada mediante dos formas básicas: la primera es mediante la selección de un determinado valor, disponible en una lista desplegable; la segunda forma es mediante el ingreso manual del valor por parte del usuario.

Esta utilidad está orientada a brindar al usuario la mayor flexibilidad posible para el ingreso rápido y fácil de los parámetros necesarios para el análisis de disponibilidad de una frecuencia.

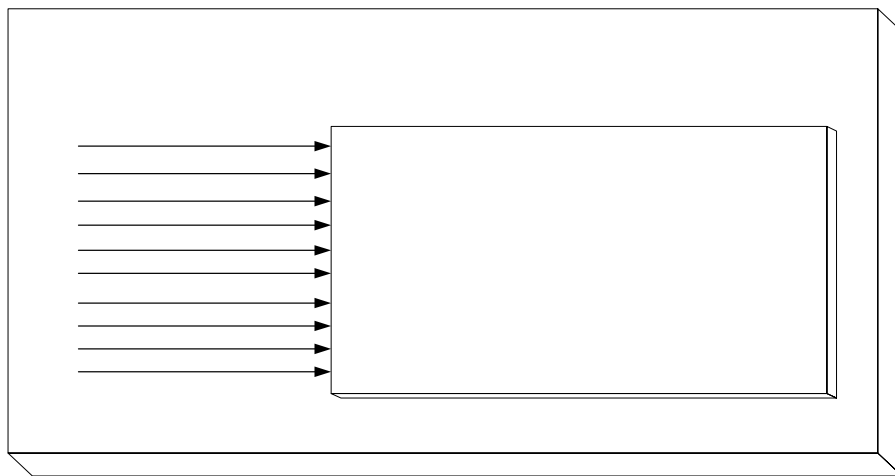


Figura. 3.4. Diagrama de procesos del Ingreso de datos para un nuevo análisis

3.3.1.3 Graficación del espectro en dos estaciones.

Esta utilidad está disponible solamente luego de que el usuario ha ingresado los parámetros necesarios para el análisis y se emplea para permitir la graficación del espectro de frecuencias en las dos estaciones seleccionadas para el análisis.

Como parámetros generales y básicos para el funcionamiento de esta utilidad se tienen: frecuencia mínima de graficación (en MHz), frecuencia máxima de graficación (en MHz) y finalmente, la resolución, que es un parámetro que permite manipular la calidad y detalle de la gráfica del enlace que se grafica ese momento.

El diagrama de los procesos empleados por esta utilidad es el siguiente:

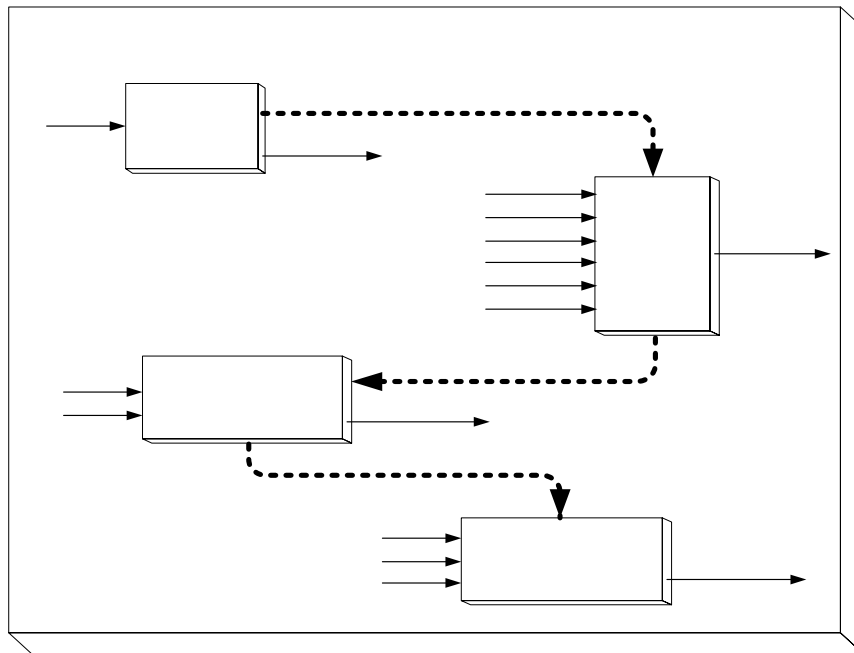


Figura. 3.5. Diagrama de procesos de Graficación del espectro en dos estaciones

Graficación del esp

3.3.1.4 Ubicación geográfica de estaciones y enlaces.

Esta utilidad es de particular importancia desde el punto de vista de los enlaces microondas ya que se emplea para ubicar geográficamente estaciones y enlaces de acuerdo a las coordenadas y tener una mejor perspectiva de cómo está empleado el espectro en una estación.

up get_colores
 get_colores()
 tx()
 resolucion ucontrol_estacion1.plot ver_esta

3.3.1.5 Verificación de resultados y análisis.

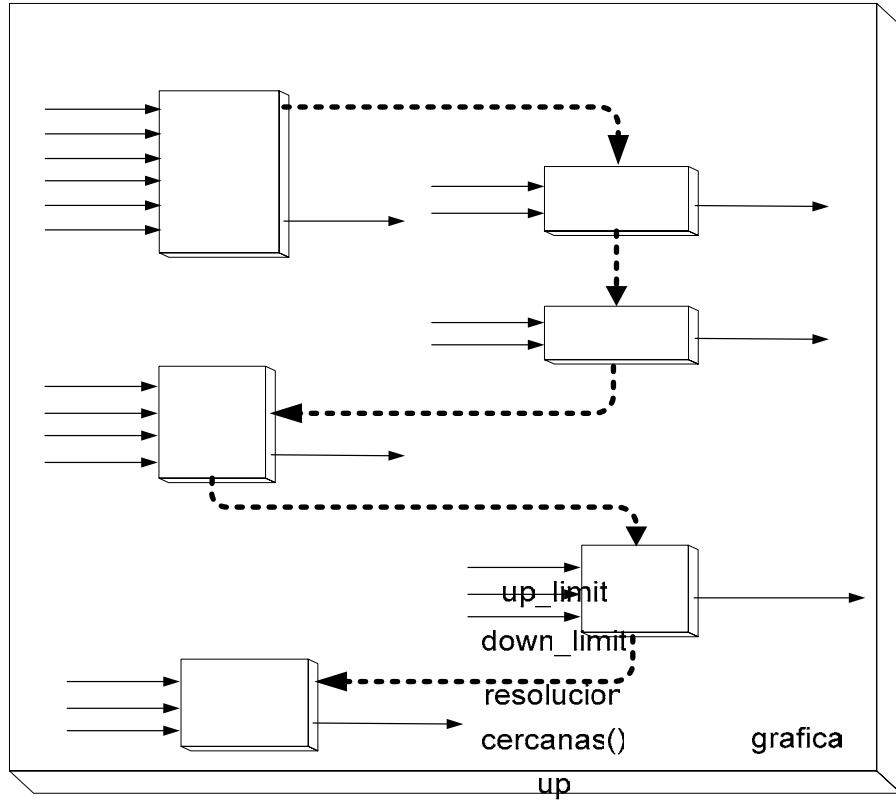


Figura. 3.6. Diagrama de procesos de Verificación de resultados y análisis

3.3.1.6 Impresión de reportes.

Para la impresión de los reportes dentro de las diferentes utilidades provistas para ello (Administración y búsquedas avanzadas en bases de datos, Verificación de resultados y análisis) el funcionamiento se basa en la creación de un objeto de tipo Datagrid con toda la información que se desea mostrar en el reporte, cuyos datos se transfieren automáticamente a un formato de reporte (Tipo de letra, títulos, espaciado, etc) preestablecido.

De esta forma lo que se obtiene es una vista preliminar del reporte en cuestión y desde donde basta hacer click en el botón de impresión para tener acceso a todas las posibilidades de impresión disponibles en la computadora.

id_matrix

aux
interf()

checa_po|_dfc

checa_po|_dfc()

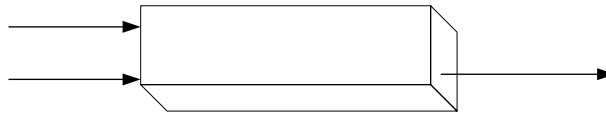


Figura. 3.7. Diagrama de procesos de Impresión de reportes

3.3.1.7 Administración y búsquedas avanzadas en Bases de Datos

Esta utilidad es muy importante, ya que brinda funcionalidades al usuario para poder hacer búsquedas avanzadas, imprimir resultados de las búsquedas, importar y exportar bases de datos a las bases de datos principales; etc.

El diagrama para la siguiente utilidad es el siguiente:

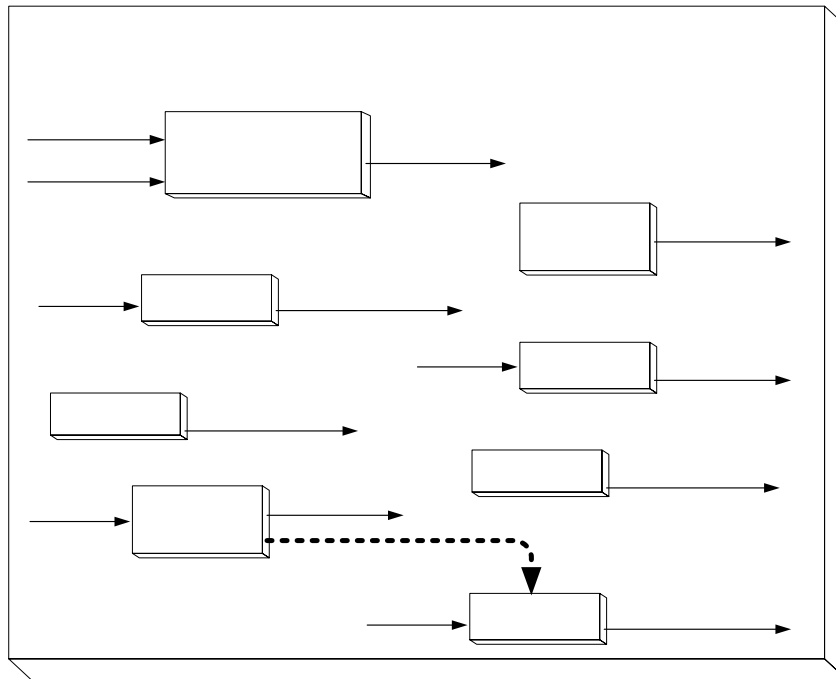


Figura. 3.8. Diagrama de procesos de Administración y búsquedas avanzadas en bases de datos

3.3.1.8 Ingreso de nueva información a la Base de Datos

Dependiendo de la base de datos administrable que el usuario emplee en el momento de solicitar esta acción (base de datos de enlaces o de recomendaciones de canalización de la UIT) se ejecutará una acción distinta.

Para el caso de que el usuario se encuentre utilizando una base de datos de recomendaciones de canalización de frecuencias de la UIT, la acción a ejecutar será simplemente la de crear un registro nuevo y permitir al usuario el ingreso de información en cada uno de los campos disponibles. Para el caso de que el usuario desee ingresar una recomendación completa, tal como se ha indicado de acuerdo al formato establecido, se deberá acceder al botón de “Añadir” una y otra vez hasta completar los registros que componen la recomendación. Por esta razón se recomienda en su lugar, la utilización de la utilidad de “Importación”, con la cual se podrá añadir la información de manera mucho más rápida y eficaz.

En el caso de que se encuentre utilizando la base de datos de enlaces, se ejecuta una acción distinta. Aparecerá automáticamente una ventana provista con los campos necesarios para que el usuario seleccione los valores que desee desde listas desplegadas y además ingrese manualmente los valores de frecuencias, ASN y ancho de banda.

Una vez ingresados todos los parámetros del enlace, el usuario seleccionará el botón de AÑADIR, con lo cual se inicia una verificación de los datos ingresados y en caso de existir datos errados en formato o nulos, se desplegarán los avisos correspondientes. Cabe aclarar que el nuevo enlace no se podrá guardar en la base de datos sino hasta que no exista ningún error en los datos seleccionados por el usuario.

3.3.1.9 Acceso al archivo de ayuda

El acceso al archivo de ayuda se provee por medio de dos funciones totalmente independientes. La primera es a través de la tecla F1, cada vez que el usuario la aplaste durante la ejecución del programa se abrirá automáticamente el archivo de ayuda de “Frequency Manager”.

La segunda forma es a través del menú AYUDA disponible en la pantalla principal del Software, donde a través del enlace “Ver archivo de ayuda” se tendrá acceso al mismo archivo de ayuda.

La diferencia del funcionamiento entre estas dos formas se basa en la manera cómo se llama al archivo para ser abierto.

Visual Basic provee funcionalidad directa para mostrar archivos de ayuda mediante la tecla F1, esto se lo hace a través de la fijación de la propiedad “HelpFile” de la aplicación. El comando completo para determinar esta funcionalidad es el siguiente:

```
App.HelpFile = App.Path & "\Ayuda.chm";
```

donde Ayuda.chm (ubicado en el directorio desde donde corre la aplicación) es el nombre del archivo a ser mostrado cada vez que se presione la tecla F1.

Sin embargo, la funcionalidad de que se pueda abrir libremente el archivo mediante código, al presionar un botón, un menú; etc no se provee directamente por Visual Basic, por lo tanto fue necesaria la utilización de una clase adicional obtenida del Internet.

Una vez añadida la clase, el código necesario (dentro de las acciones de un botón, menú; etc) para abrir el archivo de ayuda es el siguiente:

```
Set hh = New HtmlHelp  
'se crea un objeto del tipo de la clase HtmlHelp
```

```
hh.HelpFile = CStr(App.HelpFile)  
'se determina la ruta de acceso al archivo de ayuda (la misma que el
```

' primer caso)
 hh.DisplayTocTab
 'se determina que el archivo de ayuda se abra en la sección de contenido.

3.3.2 FUNCIONES

El código respectivo de cada función se encuentra por completo en el CD que se adjunta al presente proyecto.

3.3.2.1 CÓDIGO DEL MÓDULO *coordenadas*.

3.3.2.1.1 Función “*remove_nochar1*”.

Esta función se emplea en conjunto con la función “*remove_nochar2*” y sirve para estandarizar el formato de coordenadas geográficas que se lee de la base de datos o que el usuario ingresa. De esta forma se puede convertir posteriormente el formato a un tipo decimal con signo que indique los grados y el hemisferio de dicha coordenada.

Específicamente, esta función se encarga de eliminar los caracteres especificados en una variable auxiliar (“*What*” y que para este caso corresponde a un espacio “ ”) y que se encuentran contenidos en la variable de entrada (“*From*”).

Entradas:

Variable	Tipo	Observación
From	String	Representa el texto que contiene la coordenada geográfica en el formato: 0°36'17.2"S
What (“ ”)	String	Representa la serie de caracteres que se desea remover del texto contenido en “From”

Tabla. 3.2. Entradas de la función *remove_nochar1*

3.3.2.1.3 Función “recupera_coord”.

Esta función se encarga de tomar un array que contiene los valores en grados, minutos y segundos, así como la letra que identifica la latitud o longitud de una coordenada (cada valor separado por un elemento vacío “”) y guardar solamente los valores útiles en un nuevo array, que será la variable devuelta por la función.

Entradas:

Variable	Tipo	Observación
temp_array	Array de tipo String	Array que contiene los elementos útiles de una coordenada, separados por un elemento vacío (“”).

Tabla. 3.6. Entradas de la función recupera_coord

Salida:

Variable	Tipo	Observación
recupera_coord	Array de tipo String	Array que contiene los elementos útiles de una coordenada, sin ninguna separación entre elementos.

Tabla. 3.7. Salidas de la función recupera_coord

3.3.2.1.4 Función “eval_grados”.

Esta función se emplea para generar un valor decimal con signo, en grados de una coordenada, a partir de un array que contiene en elementos separados los grados, minutos, segundos y letra identificativa de la latitud o longitud correspondiente.

Entradas:

Variable	Tipo	Observación
coord	Array de tipo String	Array que contiene los elementos útiles de una coordenada, sin ninguna separación entre elementos.

Tabla. 3.8. Entradas de la función eval_grados

Salida:

Variable	Tipo	Observación
eval_grados	Double	Variable que contiene el valor decimal, en grados y con signo de una coordenada geográfica (latitud o longitud).

Tabla. 3.9. Salidas de la función eval_grados

3.3.2.1.5 Función “todo_coord”.

Esta función se emplea para agrupar los procesos o funciones básicas necesarias para pasar de una coordenada geográfica contenida como texto, en el formato 79° 16' 36.2" O, a un formato que especifique la coordenada (en grados) como un decimal con signo.

Entradas:

Variable	Tipo	Observación
temp_str	String	Representa el texto que contiene la coordenada geográfica en el formato: 0°36'17.2"S.

Tabla. 3.10. Entradas de la función todo_coord

Salida:

Variable	Tipo	Observación
eval_grados	Double	Variable que contiene el valor decimal, en grados y con signo de una coordenada geográfica (latitud o longitud).

Tabla. 3.11. Salidas de la función todo_coord

3.3.2.1.6 Función “solo_espacios”.

Esta función se emplea para presentar un formato estándar de una coordenada en texto, con un espacio “ ” como único caracter separador permitido y con la letra identificativa de latitud o longitud en mayúscula.

La utilidad básica de esta función se da para la presentación de coordenadas en los grids de presentación de información, de forma que se tenga un formato de coordenadas compatible con programas como “Pathloss”.

Entradas:

Variable	Tipo	Observación
coordenadas	String	Representa el texto que contiene la coordenada geográfica en el formato: 0° 36' 17.2" s.

Tabla. 3.12. Entradas de la función solo_espacios

Salida:

Variable	Tipo	Observación
solo_espacios	String	Variable que contiene el la coordenada geográfica en texto solamente empleando un espacio “ ” como caracter separador. Ej: 0 36 17.2 S

Tabla. 3.13. Salidas de la función solo_espacios

3.3.2.1.7 Función “rango_frec_limites”.

Esta función está destinada a indicar si una banda (generalmente la banda del usuario, pudiendo ser de TX o RX) está ocupando el mismo espacio en frecuencia que otra banda (generalmente una banda de TX o RX contenida en un registro de la base de datos).

La respuesta de la función será un booleano de valor *verdadero* si la banda del usuario no ocupa el mismo espacio en frecuencia que la banda de la base de datos. Por el contrario, devolverá un valor de *falso* si la banda del usuario ocupa el mismo espacio en frecuencia que la banda de la base de datos.

Entradas:

Variable	Tipo	Observación
user_down	Double	Límite inferior de la banda de frecuencia del usuario (en MHz).
user_up	Double	Límite superior de la banda de frecuencia del usuario (en MHz).
record_down	Double	Límite inferior de la banda de frecuencia del registro actual de la base de datos (en MHz).
record_up	Double	Límite superior de la banda de frecuencia del registro actual de la base de datos (en MHz).

Tabla. 3.14. Entradas de la función rango_frec_limites

Salida:

Variable	Tipo	Observación
rango_frec_limites	Boolean	Bandera que indica si la banda del usuario utiliza el mismo espacio en frecuencia que la banda del registro actual de la base de datos.

Tabla. 3.15. Salidas de la función rango_frec_limites

3.3.2.1.8 Función “zonas_libres”.

Esta función se emplea para determinar si la banda del usuario (TX o RX) cuyos límites se toman como entradas de la función, están dentro de un determinado espacio de frecuencias

considerado “libre” dentro de la banda de trabajo elegida por el usuario (determinado por la recomendación).

El valor que devuelve la función es un booleano que toma el valor de TRUE si la banda del usuario está libre (dentro de los límites de la frecuencia libre) o toma el valor de FALSE si la banda del usuario está ocupada (no cabe dentro del espacio de frecuencia libre).

Entradas:

Variable	Tipo	Observación
white_down	Double	Límite inferior de la banda de frecuencias considerada libre (en MHz).
white_up	Double	Límite superior de la banda de frecuencias considerada libre (en MHz).
canal_down	Double	Límite inferior de la banda del usuario (en MHz).
canal_up	Double	Límite superior de la banda del usuario (en MHz).

Tabla. 3.16. Entradas de la función zonas_libres

Salida:

Variable	Tipo	Observación
zonas_libres	Boolean	Bandera que indica si la banda del usuario está libre.

Tabla. 3.17. Salidas de la función zonas_libres

3.3.2.1.9 Función “valida_coord_lat”.

Esta función se emplea específicamente para comprobar que el formato de una coordenada de latitud en modo texto, sea estándar o compatible con el formato que el Software es capaz de interpretar.

Entradas:

Variable	Tipo	Observación
latitud	String	Coordenada de latitud en texto. (0° 36' 16.23" s)

Tabla. 3.18. Entradas de la función valida_coord_lat

Salida:

Variable	Tipo	Observación
valida_coord_lat	Boolean	Bandera que indica si la el formato de la coordenada de latitud ingresada es el correcto.

Tabla. 3.19. Salidas de la función valida_coord_lat

3.3.2.1.10 Función “valida_coord_lon”.

Esta función se emplea específicamente para comprobar que el formato de una coordenada de longitud en modo texto, sea estándar o compatible con el formato que el Software es capaz de interpretar.

Entradas:

Variable	Tipo	Observación
longitud	String	Coordenada de longitud en texto. (78° 36' 16.23" e)

Tabla. 3.20. Entradas de la función valida_coord_lon

Salida:

Variable	Tipo	Observación
valida_coord_lon	Boolean	Bandera que indica si la el formato de la coordenada de latitud ingresada es el correcto.

Tabla. 3.21. Salidas de la función valida_coord_lon

3.3.2.1.11 Función “IsAlpha”.

Esta función se emplea para determinar si una cadena de caracteres es por completo alfabética, es decir, no contiene valores numéricos o simbólicos incluidos.

Entradas:

Variable	Tipo	Observación
in_string	String	Cadena que se desea evaluar para saber si es alfabética por completo.

Tabla. 3.22. Entradas de la función IsAlpha

Salida:

Variable	Tipo	Observación
IsAlpha	Boolean	Bandera que devuelve: TRUE si la variable de entrada es alfabética por completo. FALSE si existe al menos un caracter que no sea alfabético.

Tabla. 3.23. Salidas de la función IsAlpha

3.3.2.1.12 Función “IsAlphaNum”.

Esta función se emplea para determinar si una cadena de caracteres está compuesta por letras o números. La función devuelve un valor de TRUE en el caso de que la cadena contenga letras y/o números. Si la cadena no contiene ninguno de estos tipos de caracteres, entonces devuelve FALSE.

Entradas:

Variable	Tipo	Observación
in_string	String	Cadena que se desea evaluar para saber si es alfanumérica.

Tabla. 3.24. Entradas de la función IsAlphaNum

Salida:

Variable	Tipo	Observación
IsAlpha	Boolean	Bandera que devuelve: TRUE si la variable de entrada es alfanumérica. FALSE si existe al menos un caracter que no sea alfabético o numérico.

Tabla. 3.25. Salidas de la función IsAlphaNum

3.3.2.1.13 Función “rangos_lat”.

Esta función se emplea para comprobar que los valores establecidos para una determinada coordenada en latitud estén dentro de los rangos válidos.

Esta función devuelve un valor de TRUE para el caso de que los valores de latitud ingresados sean válidos y devuelve un valor de FALSE para el caso contrario.

Entradas:

Variable	Tipo	Observación
coord_lat	Array de tipo String	Array de 4 elementos que contiene los valores de una coordenada de latitud.

Tabla. 3.26. Entradas de la función rangos_lat

Salida:

Variable	Tipo	Observación
rangos_lat	Boolean	Bandera que devuelve: TRUE si la variable de entrada cumple con los rangos adecuados para todos sus elementos. FALSE para el caso contrario.

Tabla. 3.27. Salidas de la función rangos_lat

3.3.2.1.14 Función “rangos_lon”.

De manera similar a la función anterior, esta sirve para determinar si los valores establecidos para una coordenada de longitud cumplen de acuerdo a los valores admitidos.

Esta función devolverá un valor de TRUE para el caso de que todos sus valores cumplan esta condición. Devolverá FALSE para el caso negativo.

Entradas:

Variable	Tipo	Observación
coord_lon	Array de tipo String	Array de 4 elementos que contiene los valores de una coordenada de longitud.

Tabla. 3.28. Entradas de la función rangos_lon

Salida:

Variable	Tipo	Observación
rangos_lon	Boolean	Bandera que devuelve: TRUE si la variable de entrada cumple con los rangos adecuados para todos sus elementos. FALSE para el caso contrario.

Tabla. 3.29. Salidas de la función rangos_lon

3.3.2.2 CÓDIGO DEL MÓDULO calculo.

3.3.2.2.1 Función “calculo_basico”.

Se puede decir que esta función es una de las más importantes para el funcionamiento del Software y es la base del funcionamiento de las utilidades medulares, tal como: “Graficación del espectro en dos estaciones”, “Consulta del espectro en una estación” y provee la funcionalidad de búsqueda para uno de los criterios disponibles en la “Administración y búsquedas avanzadas en bases de datos”.

A través de otras funciones más simples esta función se encarga de determinar qué enlaces, de entre todos los existentes en la base de datos, se consideran “cercaos”, o en otras palabras, tienen tendencia a presentar interferencia con una estación analizada actualmente debido a la distancia a la que se encuentran de la misma.

En esta función se cumplen tareas de verificación de formato de coordenadas, presentación de mensajes de error, determinación de la distancia entre estaciones y el almacenamiento selectivo de los enlaces en una matriz, que es básicamente su función primaria.

Entradas:

Variable	Tipo	Observación
c1lat	Double	Valor decimal con signo de la coordenada de latitud de la estación que se desea analizar (de la que se desea obtener los enlaces “cercaos”).
c1long	Double	Valor decimal con signo de la coordenada de longitud de la estación que se desea analizar.
estacion	String	Caracter que indica la estación del usuario que se analiza actualmente (pudiendo ser la estación A o B).

Tabla. 3.30. Entradas de la función calculo_basico

Salida:

Variable	Tipo	Observación
calculo_basico	Matriz de tipo String	Matriz que contiene todos los detalles disponibles en la base de datos sobre los enlaces considerados “cercaos” a la estación que se analiza.

Tabla. 3.31. Salidas de la función calculo_basico

3.3.2.2.2 Función “limite_freq”.

Esta función se emplea para determinar los límites de operación en frecuencia de una banda, dada la frecuencia central (en MHz) y el ancho de banda (en MHz).

Entradas:

Variable	Tipo	Observación
frecuencia	Double	Valor de la frecuencia central de la banda (en MHz) de la cual se desea calcular los límites de operación.
ab	Double	Valor del ancho de banda (en MHz) especificado para la banda.

Tabla. 3.32. Entradas de la función `limite_freq`

Salida:

Variable	Tipo	Observación
<code>limite_freq</code>	Array de tipo Double	Array de dos elementos que contiene el límite inferior (elemento 0) y el límite superior (elemento 1) de la banda dada (en MHz).

Tabla. 3.33. Salidas de la función `limite_freq`

3.3.2.3 CÓDIGO DEL MÓDULO `plot`.

3.3.2.3.1 Función “`get_colores`”.

Esta función se emplea para seleccionar un color que identificará a cada enlace en un entorno visual, ya sea en la utilidad de graficación del espectro entre dos estaciones o en una sola o también en la ubicación geográfica de enlaces.

Esta función procura, mediante ciclos repetitivos (de forma matemática), formar un color determinado para cada enlace y que además sea visualmente diferenciable.

Este proceso es importante para brindar comodidad al usuario, para que pueda ubicar fácilmente en pantalla los diferentes enlaces.

Sin embargo hay que aclarar que en ciertas ocasiones puede ser que el usuario encuentre enlaces con colores muy similares, esto visualmente, ya que matemáticamente comprenden colores completamente diferentes.

Esta es una desventaja, ya que en ciertos rangos numéricos los colores pueden ser muy similares y en otros muy diferentes, aunque varíen numéricamente en intervalos iguales.

Entradas:

Variable	Tipo	Observación
up	Long	Variable que indica el número de enlaces a los cuales se debe asignar un color diferente.

Tabla. 3.34. Entradas de la función get_colores

Salida:

Variable	Tipo	Observación
get_colores	Array de tipo Double	Array que contiene el código decimal para cada color de cada enlace.

Tabla. 3.35. Salidas de la función get_colores

3.3.2.3.2 Función “grafica”.

Esta función se emplea para generar una matriz completa de colores para ser graficados como el espectro de frecuencias de una estación. Esta función no dibuja propiamente el espectro de frecuencias pero es la encargada de generar los valores de colores que identificarán cada espacio del espectro de acuerdo al enlace o número de enlaces.

Entradas:

Variable	Tipo	Observación
up_limit	Double	Límite inferior de graficación ingresado por el usuario (en MHz).
down_limit	Double	Límite superior de graficación ingresado por el usuario (en MHz).

resolución	Double	El valor que determina la resolución (exactitud y calidad) del gráfico del espectro (valor ingresado por el usuario).
cercanas	Matriz de tipo String	Matriz que contiene los detalles de los enlaces “cercanos” a una estación y los cuales van a ser graficados.
up	Long	Número de enlaces que contiene la matriz “cercanas”.
estacion	String	Variable que indica el número de enlaces a los cuales se debe asignar un color diferente.

Tabla. 3.36. Entradas de la función grafica

Salida:

Variable	Tipo	Observación
grafica	Array de tipo Double	Array que contiene el código decimal del color para cada espacio del espectro de frecuencia (en función de la resolución).

Tabla. 3.37. Salidas de la función grafica

3.3.2.4 CÓDIGO de `ucontrol_estacion`.

3.3.2.4.1 Función “labels”.

Esta función es parte del *user control* “`ucontrol_estacion`”, que es el que posee todos los controles o elementos gráficos que se presentan en la utilidad de “Consulta del espectro en una estación”. Este espacio concentra su propio código que controla a los elementos que posee, en este caso PictureBox, labels; etc.

Esta función se emplea para poner los valores adecuados en las etiquetas que acompañan al gráfico del espectro de acuerdo a los límites y resolución de gráfica ingresados por el usuario.

Entradas:

Variable	Tipo	Observación
up_limit	Double	Variable que contiene límite superior de graficación ingresado por el usuario (en MHz).
down_limit	Double	Variable que contiene límite inferior de graficación ingresado por el usuario (en MHz).
paso_l	Double	Incremento respecto al cual se graficará el espectro.

Tabla. 3.38. Entradas de la función labels

Salida:

Esta función no devuelve ningún valor.

3.3.2.4.2 Función “plot”.

Esta función se encarga de la parte final del proceso de graficación del espectro en una estación.

Consiste en graficar líneas, o mejor dicho, rectángulos rellenos del color especificado en la matriz de entrada. El grosor de los rectángulos está definido por el valor de la variable de entrada resolución.

Entradas:

Variable	Tipo	Observación
tx	Array de tipo Double	Variable que indica el número de enlaces a los cuales se debe asignar un color diferente.
resolucion	Double	Variable que contiene el valor de resolución ingresado por el usuario (determina la calidad y definición del gráfico).

Tabla. 3.39. Entradas de la función plot

Salida:

Esta función no devuelve ningún valor en una variable, pero el resultado de su ejecución es el espectro de frecuencias para una determinada estación seleccionada por el usuario.

3.3.2.4.3 Evento “Picture1_MouseMove”.

Este evento se ejecuta cuando el usuario despliega el Mouse sobre la gráfica del espectro y contiene el código necesario para identificar detalles del o los enlaces que se encuentran en el punto de frecuencia señalado por el mouse.

Entradas:

Variable	Tipo	Observación
Button	Integer	Un entero que corresponde al estado de los botones del Mouse. No se emplea en este caso.
Shift	Integer	Un entero que corresponde al estado de las teclas MAYÚS, CTRL y ALT. No se emplea en este caso.
X	Single	Un número que especifica la ubicación actual del puntero del Mouse en el eje x.
Y	Single	Un número que especifica la ubicación actual del puntero del Mouse en el eje y. No se emplea en este caso.

Tabla. 3.40. Entradas del evento Picture1_MouseMove

Salida:

Esta función no devuelve ningún valor en una variable, pero el resultado de su ejecución es el despliegue de detalles de los enlaces existentes en ese punto de la gráfica dentro de la sección de DETALLES.

3.3.2.5 Forma db_adm.

3.3.2.5.1 Función “refrescar”.

Esta función se emplea para refrescar o actualizar el contenido de la malla de datos y de las listas desplegables, sea el caso de que se esté administrando una base de datos de recomendaciones o de enlaces.

Entradas:

Esta función no toma ningún valor de entrada.

Salida:

Esta función no devuelve ningún valor en una variable.

3.3.2.5.2 Función “Private Sub Toolbar1_ButtonClick(ByVal Button As MSComctlLib.Button)”.

Esta función constituye un evento que se genera cada vez que el usuario da un clic en la barra de herramientas y dentro de ella se encuentra todo el código de cada botón específico que el usuario ejecute.

Para identificar qué botón presionó el usuario se utiliza una estructura del tipo “case”, dentro de la cual se ejecuta el código específico para cada botón.

Debido a que el código contenido dentro de esta estructura es extremadamente largo, se explicará por separado cada acción del botón fuera de la estructura que lo contiene.

3.3.2.5.3 Botón borrar.

Esta función se ejecuta cuando el usuario desea borrar el registro actual de la base de datos que maneja actualmente.

Entradas:

Esta función no toma ningún valor de entrada.

Salida:

Esta función no devuelve ningún valor en una variable, pero borra el registro actual de la base de datos administrada en ese momento.

3.3.2.5.4 Botón para añadir un nuevo enlace.

Esta función se emplea cuando el usuario desea ingresar un nuevo enlace a la base de datos, sea esta de enlaces o de recomendaciones de algún equipo.

Esta función, en el caso de tratarse de la base de datos de enlaces, hace una diferenciación de desde dónde se desea tener acceso a ella y dependiendo de ello, solicita o no una autenticación de la clave.

En caso de recurrir a esta función desde la pantalla principal se pedirá la autenticación, pero si se recurre a esta función desde la pantalla de administración de bases de datos, entonces no solicita la clave, debido a que para ingresar a la utilidad de administración de bases de datos necesita autenticarse previamente.

Entradas:

Esta función no toma ningún valor de entrada.

Salida:

Esta función no devuelve ningún valor en una variable, simplemente genera un nuevo registro en la base adecuada y le permite ingresar los valores al usuario.

3.3.2.5.5 Botón para exportar bases de datos.

Esta función sirve para cargar la forma de importación y exportación de bases de datos con las características de la forma establecidas para exportación.

Esto se lo hace debido a que la misma forma se emplea para ambas utilidades (importación y exportación) y con esta función se ordena la carga de dicha forma con los controles establecidos sólo para la exportación de bases de datos.

Entradas:

Esta función no toma ningún valor de entrada.

Salida:

Esta función no devuelve ningún valor en una variable, solamente solicita la carga de la forma de importación y exportación de bases de datos con características para la exportación de acuerdo a una variable determinada por código.

3.3.2.5.6 Botón para importar bases de datos.

Esta función se genera cuando el usuario presiona el botón para importar una base de datos y se encarga de solicitar la carga de la forma de importación y exportación con características de importación

Entradas:

Esta función no toma ningún valor de entrada.

Salida:

Esta función no devuelve ningún valor en una variable, solamente solicita la carga de la forma de importación y exportación de bases de datos con características para la importación de acuerdo a una variable determinada por código.

3.3.2.5.7 Botón: mostrar en gris.

Se emplea para abrir una forma que muestra los datos contenidos en la malla de datos en un grid, el cual además muestra los datos de coordenadas geográficas en un formato estándar, sin caracteres separadores, sólo con espacios y con mayúsculas (78 15 36.12 W).

Entradas:

Esta función no toma ningún valor de entrada.

Salida:

Esta función no devuelve ningún valor en una variable.

3.3.2.5.8 Botón imprimir.

Se emplea para generar un reporte imprimible de la información disponible en la malla de datos.

Entradas:

Esta función no toma ningún valor de entrada.

Salida:

Esta función no devuelve ningún valor en una variable. Presenta el reporte de los datos actuales de la malla en pantalla.

3.3.2.5.9 Botón buscar.

Mediante este botón se llama a la función encargada de realizar el proceso de búsquedas en las bases de datos.

Esta única función se encarga de identificar qué tipo de base de datos se está empleando y de acuerdo a ello identifica qué criterios de búsqueda (de acuerdo a lo seleccionado por el usuario) debe aplicar y a qué parámetros de los ingresados por el usuario se relacionan a ellos.

Dependiendo del tipo de base de datos que se manipule se ofrece al usuario ciertos criterios de búsqueda que se relacionan mediante un AND lógico y que permiten ejecutar búsquedas de gran flexibilidad y lo bastante selectivas como para que el usuario sea capaz de encontrar la información deseada.

Entradas:

Esta función no toma ningún valor de entrada.

Salida:

Esta función no devuelve ningún valor en una variable. Presenta en la malla de datos los registros que cumplen con los criterios de búsqueda seleccionados por el usuario y que están dentro de los parámetros establecidos por él.

3.3.2.6 Forma “espectro”.

3.3.2.6.1 Función “bplot_Click”.

Se ejecuta cuando el usuario presiona el botón PLOT para graficar el espectro de frecuencias en dos estaciones.

Mediante esta función se ejecutan otras funciones que permiten secuencialmente la generación de la información necesaria para la graficación del espectro.

Esta función provee utilidad directa a la utilidad de “Graficación del espectro en dos estaciones”.

Entradas:

Esta función no toma ningún valor de entrada.

Salida:

Esta función no devuelve ningún valor en una variable.

3.3.2.6.2 Función “resultados_Click”.

Esta función se ejecuta cuando el usuario, desde la pantalla de “graficación del espectro en dos estaciones” presiona el botón de RESULTADOS.

Esta función se encarga de analizar la factibilidad de la realización del enlace que el usuario ha solicitado, dentro de un rango de frecuencia determinado por las características de una recomendación sobre canalización seleccionada.

Esta función se encarga de la verificación de la polarización, separación de frecuencias centrales y de azimut entre enlaces, de forma que puede darnos una idea clara de si es posible o no la reutilización de un canal determinado y en qué polarización se lo podría hacer.

Esta función simplemente genera la información sobre los resultados y análisis, mas no la presenta visualmente, esta tarea la realiza otra utilidad que es llamada a partir de esta función.

Entradas:

Esta función no toma ningún valor de entrada.

Salida:

Esta función no devuelve ningún valor en una variable.

3.3.2.6.3 Función “resta_az1”.

Esta función se encarga de comprobar la posible reutilización de una determinada banda de frecuencia en relación a la diferencia en azimut y frecuencia con el canal del usuario.

Esta función es parte del proceso de análisis de los canales de la recomendación de canalización seleccionada por el usuario y devuelve un resultado de tipo booleano que indica si el canal actual se puede o no reutilizar y además trabaja con matrices globales que contienen valores booleanos específicos para cada polarización (H y V), por ejemplo un valor de verdadero en la matriz de polarización vertical indica que sí es posible reutilizar el canal actual de la recomendación en polarización vertical.

Entradas:

Variable	Tipo	Observación
indice	Long	Indica el valor del índice que identifica al enlace actual dentro de la matriz de enlaces.
estacion	String	Indica la estación que se analiza actualmente (A o B).
fc_usertx	Double	El valor de la frecuencia de TX seleccionada por el usuario (en MHz).
fc_userrx	Double	El valor de la frecuencia de RX seleccionada por el usuario (en MHz).

Tabla. 3.41. Entradas de la función resta_az1

Salida:

Variable	Tipo	Observación
resta_az1	Boolean	Devuelve un booleano que indica si es posible reutilizar el canal actual de la recomendación.

Tabla. 3.42. Salidas de la función resta_az1

3.3.2.6.4 Función “recupera_int”.

Esta función se encarga de determinar los enlaces (entre los enlaces cercanos) que ocupan el espacio de frecuencia de cada canal de la recomendación seleccionada; además los índices de los enlaces “interferentes” para cada caso (por ej. para la estación A en la banda de TX) en una matriz determinada.

Entradas:

Variable	Tipo	Observación
id_matrix	String	Indica que matriz de enlaces cercanos se utilizará en el análisis (A o B, dependiendo de la estación).
id_canal	String	Indica que banda es la que se analizará (TX o RX).
aux	Integer	Indica el número de canales en la recomendación seleccionada.

Tabla. 3.43. Entradas de la función recupera_int

Salida:

Esta función no devuelve ningún valor en una variable, pero trabaja sobre determinadas matrices de tipo global, encargadas de almacenar los valores de los índices de los enlaces “interferentes”.

3.3.2.6.5 Función “checa_pol_dfc”.

Esta función se basa en la utilización de la función “resta_az1” para proveer la funcionalidad del análisis de posible reutilización de cada canal de la recomendación seleccionada, pero manteniendo el control de las variables globales manejadas en la función “resta_az1” para llevar un record de este análisis para cada enlace interferente de cada canal de la recomendación. De esta forma es posible indicarle al usuario de forma global (luego de analizar todos los enlaces interferentes de un canal) si es posible o no reutilizar el canal y en que polarización.

Esta función devuelve una matriz de booleanos indicando para cada polarización (V u H) de cada canal si se la puede reutilizar o no.

Entradas:

Variable	Tipo	Observación
id_matrix	String	Indica que matriz de enlaces cercanos se utilizará en el análisis (A o B, dependiendo de la estación).
aux	Integer	Indica el número de canales en la recomendación seleccionada.
interf	Matriz de tipo String	Es la matriz de enlaces "interferentes" para la estación indicada mediante id_matrix con la cual se hará el análisis de reutilización.

Tabla. 3.44. Entradas de la función checa_pol_dfc

Salida:

Variable	Tipo	Observación
checa_pol_dfc	Matriz de tipo Boolean	Devuelve una matriz de booleanos que indica si es posible reutilizar cada canal de la recomendación relacionado a la polarización (V o H).

Tabla. 3.45. Salidas de la función checa_pol_dfc

3.3.2.7 Forma "import_export".

3.3.2.7.1 Función "csv_Click".

Se emplea para la exportación de la base de datos a formato CSV (Comma Separated Values), se toma los datos de la malla de datos disponible en ese momento y se pide al usuario ingresar un nombre para el archivo CSV a guardar, en caso de que el archivo ya exista se considera la sobre escritura del mismo.

Para archivos de tipo CSV se puede considerar diferentes tipos de separador de campos a parte de la coma; para este caso se ha considerado el uso del Tab como separador debido a que

puede darse el caso de que se tengan coordenadas mal ingresadas (con comas en lugar de puntos como separador decimal) lo cual causaría una organización de la información errada.

Entradas:

Esta función no toma una determinada variable de entrada, pero recupera un objeto de tipo Recordset perteneciente a la malla de datos que contiene la información de la base de datos actual.

Salida:

Esta función no devuelve ningún valor en una variable, sino que guarda los datos de la malla en un archivo CSV.

3.3.2.7.2 Función “xls_Click”.

Determina las acciones a tomarse de acuerdo a la operación que desea el usuario, pudiendo ser de importación o exportación.

En el caso de que se desee exportar la base de datos, esta se exporta directamente a una hoja de cálculo de Excel.

En caso de importación, esta función se encarga de presentar una malla de datos con la información correspondiente a la base de datos que se desea importar.

Entradas:

Esta función no toma una determinada variable de entrada, pero toma la base de datos actual para exportarla a un archivo de Excel o en el caso de importación, toma un archivo de Excel para presentarlo en pantalla.

Salida:

Esta función no devuelve ningún valor en una variable, sino que guarda los datos de la malla en un archivo de Excel o en el caso de importación presenta en pantalla la base de datos que se desea importar.

3.3.2.7.3 Función “importa_actual”.

Esta función se utiliza para importar la base de datos que se muestra en la pantalla de importación a la base de datos que se maneja actualmente.

Hay que aclarar que las bases de datos origen y destino deben ser del mismo tipo, lo cual se comprueba en la importación y se dan los mensajes apropiados en caso de existir un error.

Entradas:

Esta función no toma una determinada variable de entrada, pero toma una base de datos de un archivo de Excel que se desea importar.

Salida:

Esta función no devuelve ningún valor en una variable, sino que guarda los datos de la base de datos de Excel en la base de datos que se maneja actualmente.

3.3.2.8 Forma principal.

3.3.2.8.1 Botón para calcular los enlaces cercanos.

Con el código que se ejecuta al presionar este botón se ejecuta la verificación de los datos ingresados por el usuario y luego el cálculo de los enlaces cercanos a las estaciones A y B, así como la escritura de los datos del usuario en las matrices globales.

Entradas:

Esta función no toma los valores seleccionados por el usuario en las listas desplegables y también ingresados manualmente. Estos datos corresponden a:

- Nombre de la estación A.
- Latitud de la estación A.
- Longitud de la estación A.
- Nombre de la estación B.
- Latitud de la estación B.
- Longitud de la estación B.
- Modelo del radio.
- Ancho de banda (en MHz).
- Frecuencia (en MHz).

Salida:

Esta función no devuelve ningún valor en una variable.

3.3.2.8.2 Función “restaura_escala_Click()”.

La utilidad de esta función es la de regresar la gráfica que se encuentra dentro del PictureBox al estado original; es decir, con la escala calculada en la función Form Load(), y totalmente centrada. Este botón puede ser oprimido en cualquier momento de la ejecución del software, aunque el efecto de este botón es notorio cuando se ha movido con el cursor a la gráfica, o se ha realizado un zoom de la misma.

Entradas:

Variable	Tipo	Observación
cmz	Matriz de tipo String	Matriz que contiene los detalles de todas los links en todas las bandas de las estaciones parte del link a analizar.
solobanda	Matriz de tipo String	Matriz que contiene los detalles de todas los links en la banda de interés de las estaciones parte del link a analizar.
grafte	Boolean	Indicador de que se desea graficar, todos los enlaces o solo los pertenecientes a la banda en estudio.

Tabla. 3.46. Entradas de la función restaura_escala_Click()

Salida:

No existen variables de salida, en esta función simplemente se utilizan las variables de entrada para realizar una aplicación, la cual sería una actualización del PictureBox.

3.3.2.9 Forma “Linkgraph”.**3.3.2.9.1 Función “moverdown_Click(), moverup_Click(), moverleft_Click(), moverright_Click()”.**

Este grupo de funciones son las utilizadas para realizar el escaneado del PictureBox, y son el resultado del evento click sobre los botones correspondientes. A través del uso de estas funciones es posible navegar dentro del PictureBox y revisar aquellas estaciones que no sea posible ver debido a la escala en la cual se encuentre la gráfica. La mejor funcionalidad de esta utilidad se da cuando se realiza un acercamiento de la gráfica.

Para poder graficar se requiere alterar las coordenadas de las estaciones, para que todas ellas sean positivas, esto se lo hace sumando a cada una de ellas ciertos factores, factx y facty. Para realizar el desplazamiento de la gráfica es necesario aumentar o disminuir estos valores de acuerdo hacia donde se desee mover la gráfica. Por ejemplo, si se desea un desplazamiento horizontal se modificarán las coordenadas en X; caso contrario, se modificarán las coordenadas en Y. Obviamente, el valor por que toman las variables factx y facty son dependientes de la escala en uso.

Entradas:

Variable	Tipo	Observación
cmz	Matriz de tipo String	Matriz que contiene los detalles de todas los links en todas las bandas de las estaciones parte del link a analizar.
solobanda	Matriz de tipo String	Matriz que contiene los detalles de todas los links en la banda de interés de las estaciones parte del link a analizar.
escala1	Double	Escala actual de la gráfica
factx	Double	Valor a sumar a las coordenadas en x

facty	Double	Valor a sumar a las coordenadas en y
grafte	Boolean	Indicador de que se desea graficar, todos los enlaces o solo los pertenecientes a la banda en estudio.

Tabla. 3.47. Entradas de las funciones moverdown_Click(), moverup_Click(), moverleft_Click(), moverright_Click()

Salida:

No existen variables de salida, en esta función simplemente se utilizan las variables de entrada para realizar una aplicación, la cual sería una actualización del PictureBox.

3.3.2.9.2 Función “Zoomin(), Zoomout()”.

La utilidad de esta función es la de dar un valor a la variable zoom para saber si con el click sobre el PictureBox se realiza un acercamiento o alejamiento.

Entradas:

No existen variables de entrada.

Salida:

Variable	Tipo	Observación
Zoom	Boolean	True significa acercamiento, False significa alejamiento. Por default esta variable se encuentra como True.

Tabla. 3.48. Salidas de la función Zoomin(), Zoomout()

3.3.2.9.3 Función “Picture1_Click()”.

La función Picture1_Click() es la encargada de realizar el zoom dentro de la PictureBox1 de acuerdo al valor de la variable zoom. Esta función se activa con el evento Click sobre el Picture Box. Si el zoom está activado para realizar acercamiento, la escala del Picture Box es

dividido por un factor constante de $\frac{1}{2}$; por el contrario, si se desea realizar un alejamiento la escala del Picture Box es multiplicada por un factor constante de $\frac{1}{2}$. Como es de suponerse, cada vez que se ejecuta esta función la escala actual se actualiza.

Cada vez que esta función se ejecuta cambia la escala de la gráfica, y una vez se genera la gráfica de los enlaces, esta se encuentra centrada en el Picture Box. El zoom respeta la gráfica que se encontraba presente en el Picture Box; es decir, grafica todos los enlaces o solamente los enlaces dentro de la banda de análisis.

Entradas:

Variable	Tipo	Observación
Cmz	Matriz de tipo String	Matriz que contiene los detalles de todas los links en todas las bandas de las estaciones parte del link a analizar.
Solobanda	Matriz de tipo String	Matriz que contiene los detalles de todas los links en la banda de interés de las estaciones parte del link a analizar.
Grafte	Boolean	Indicador de que se desea graficar, todos los enlaces o solo los pertenecientes a la banda en estudio.

Tabla. 3.49. Entradas de la función Picture1_Click()

Salida:

Variable	Tipo	Observación
Escala1	Double	Escala actual del PictureBox

Tabla. 3.50. Salidas de la función Picture1_Click()

3.3.2.9.4 Función “Picture1_MouseMove(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)”.

Esta función reacciona ante el movimiento del Mouse sobre el Picture Box y entrega las coordenadas del puntero del mouse. De acuerdo a las coordenadas del Picture Box se realiza una comparación para observar si coincide con algún link graficado; esto se realiza a través de otra función.

Entradas:

Variable	Tipo	Observación
Cmz	Matriz de tipo String	Matriz que contiene los detalles de todas los links en todas las bandas de las estaciones parte del link a analizar.
Solobanda	Matriz de tipo String	Matriz que contiene los detalles de todas los links en la banda de interés de las estaciones parte del link a analizar.
Grafte	Boolean	Indicador de que se desea graficar, todos los enlaces o solo los pertenecientes a la banda en estudio.

Tabla. 3.51. Entradas de la función Picture1_MouseMove(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)

Salida:

No existen variables de salida, en esta función simplemente se utilizan las variables de entrada para realizar una aplicación, la cual sería una actualización del PictureBox.

3.3.2.9.5 Función “solo_banda_Click()”.

Esta función permite graficar solamente los enlaces que se encuentran de la banda de análisis. En esta función se asigna un valor de grafte de False. Además, se grafica automáticamente los links en cuestión centrados en la pantalla. Se regresa a la escala original con la cual se carga la forma.

Entradas:

Variable	Tipo	Observación
Cmz	Matriz de tipo String	Matriz que contiene los detalles de todas los links en todas las bandas de las estaciones parte del link a analizar.
Solobanda	Matriz de tipo String	Matriz que contiene los detalles de todas los links en la banda de interés de las estaciones parte del link a analizar.

Tabla. 3.52. Entradas de la función solo_banda_Click()

Salida:

Variable	Tipo	Observación
Grafte	Boolean	Indicador de que se desea graficar, todos los enlaces o solo los pertenecientes a la banda en estudio.

Tabla. 3.53. Salidas de la función solo_banda_Click()

3.3.2.9.6 Función “todos_enlaces_Click()”.

Esta función permite graficar todos los enlaces en todas las bandas que se encuentran ligados a las estaciones del enlace a analizar. En esta función se asigna un valor de grafte de True. Además, se grafica automáticamente los links en cuestión centrados en la pantalla. Se regresa a la escala original con la cual se carga la forma.

Entradas:

Variable	Tipo	Observación
Cmz	Matriz de tipo String	Matriz que contiene los detalles de todas los links en todas las bandas de las estaciones parte del link a analizar.

Tabla. 3.54. Entradas de la función todos_enlaces_Click()

Salida:

Variable	Tipo	Observación
Grafte	Boolean	Indicador de que se desea graficar, todos los enlaces (True) o solo los pertenecientes a la banda en estudio (False).

Tabla. 3.55. Salidas de la función todos_enlaces_Click()

3.3.2.10 Módulo Graficar.

3.3.2.10.1 Función “centrar_gr”.

Función responsable de centrar la gráfica. Se encuentran los factores necesarios para sumar las coordenadas en x e y, de tal manera que el enlace que se encuentra analizando se centre dentro del Picture box.

Entradas:

Variable	Tipo	Observación
datos()	Matriz de tipo String	Matriz con la información ha ser graficada

Tabla. 3.56. Entradas de la función centrar_gr

Salida:

Variable	Tipo	Observación
Factorx	Double	Factor a sumar algebraicamente con la longitud de los datos
Factory	Double	Factor a sumar algebraicamente con la latitud de los datos

Tabla. 3.57. Salidas de la función centrar_gr

3.3.2.10.2 Función “graflines”.

Función responsable de graficar y crear las líneas que representan los enlaces que forman parte del análisis.

Entradas:

Variable	Tipo	Observación
datos()	Matriz de tipo String	Matriz con la información ha ser graficada
Factorx	Double	Factor a sumar algebraicamente con la longitud de los datos
Factory	Double	Factor a sumar algebraicamente con la latitud de los datos

Tabla. 3.58. Entradas de la función graflines

Salida:

No existen variables de salida, solamente existe la aplicación de esta función que es la de generar las líneas de los enlaces en la posición correcta.

3.3.2.10.3 Función “azimuth”.

Función responsable de calcular el azimut del enlace a analizar, tanto en el sitio A como en el sitio B.

Entradas:

Variable	Tipo	Observación
datos()	Matriz de tipo String	Matriz con la información a ser graficada

Tabla. 3.59. Entradas de la función azimuth

Salida:

Variable	Tipo	Observación
Azimuth1	Double	Matriz con la información a ser graficada
Azimuth1	Double	Posición dentro del Picture box

Tabla. 3.60. Salidas de la función azimuth

3.3.2.10.4 Función “links_banda”.

Función responsable de separar los enlaces que se encuentran dentro de la banda de estudio, y para hacerlo asigna valores a una matriz del tipo string con la información de todos estos enlaces.

Entradas:

Variable	Tipo	Observación
datos()	Matriz de tipo String	Matriz con la información a ser graficada

Tabla. 3.61. Entradas de la función links_banda

Salida:

Variable	Tipo	Observación
Solobanda()	Matriz de tipo String	Matriz con la información ha ser graficada

Tabla. 3.62. Salidas de la función links_banda

3.3.3 INTERFASE GRÁFICA.

A pesar de que los aspectos a tratarse en este punto están ligados directamente a las utilidades de “Análisis y presentación de resultados”, “Graficación del espectro en dos estaciones”, “Consulta del espectro en una estación” y de “Entrada de datos especificados por el usuario para un nuevo análisis de disponibilidad de frecuencias entre dos estaciones” se explicará su importancia enfocándonos en el aspecto visual de presentación de información, detalles y gráficas.

3.3.3.1 Ingreso de datos.

La interfase que se ha propuesto mostrar al usuario para el ingreso de datos trata de evitar al máximo la entrada manual de datos, de esta forma se reduce el riesgo de errores por información mal ingresada y además se brinda más comodidad al usuario.

Los datos que el usuario está obligado a ingresar manualmente dependen de la utilidad que desee utilizar y de forma general son los siguientes:

Para el análisis de disponibilidad de una frecuencia entre dos estaciones el único dato que el usuario se verá obligado a introducir de forma manual es el valor del ancho de banda (en MHz), ya que se debe permitir la mayor flexibilidad posible para este parámetro.

En caso de que el usuario desee analizar un enlace, tomando en cuenta una estación que no se encuentre en la lista y de la que por lo tanto no se conocen sus coordenadas, el usuario deberá ingresar manualmente las coordenadas en las cajas de texto determinadas y bajo el formato debido, así como un nombre identificativo para la estación.

Para las utilidades de graficación del espectro, el usuario deberá ingresar los límites de graficación inferior y superior (en MHz).

En la utilidad de administración de bases de datos el usuario deberá ingresar manualmente los parámetros de búsqueda para cada criterio de búsqueda seleccionado, por ejemplo, frecuencia, altura sobre el nivel; etc. Esto, debido a que el usuario debe tener la flexibilidad necesaria para recuperar la información que necesita.

3.3.3.2 Presentación de resultados.

Este es uno de los aspectos vitales y más cuidadosamente tratado en el presente Software ya que es muy importante presentar los resultados al usuario de la forma más clara y fácil de interpretar para que pueda tomar decisiones acertadas.

Los resultados que se presentan visualmente al usuario y que proveen los medios para determinar la posibilidad de utilización de una determinada frecuencia para un enlace son los siguientes:

- Graficación del espectro de frecuencias en una o entre dos estaciones.
- Ubicación geográfica de los enlaces y estaciones involucrados en un análisis.
- Tablas que indican el estado, identificación de los enlaces que interfieren u ocupan cada canal de frecuencia y posibilidades de reutilización de los canales de una recomendación determinada.
- Tablas dinámicas (generadas en tiempo real) con los detalles completos acerca de los enlaces que interfieren u ocupan un determinado canal de frecuencia de una recomendación determinada.
- Malla de datos con la información contenida en una determinada base de datos o con los resultados de una búsqueda ejecutada en ellas.

CAPÍTULO 4

PRUEBAS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este capítulo se realizarán las pruebas para comprobar la efectividad y la exactitud del Software.

Esta actividad es de vital importancia debido a que, de ella depende la calidad y el desempeño del Software en el futuro.

4.1 ESQUEMA Y PLANIFICACIÓN DE LAS PRUEBAS A REALIZARSE

Las pruebas que se han planificado para comprobar el desempeño del Software siguen los pasos que se cumplen cuando se realiza el proceso de verificación de disponibilidad de una frecuencia de forma manual. De esta forma se hizo posible verificar los resultados que provee el Software.

Para la comprobación de resultados, se ha empleado, adicionalmente a los cálculos manuales, la herramienta computacional *Pathloss*, gracias a la cual se puede simular un enlace micro ondas y que además grafica las estaciones y enlaces de acuerdo a su ubicación geográfica, lo cual se utiliza para comprobar la gráfica que genera *Frequency Manager*.

El proceso seguido anteriormente para determinar la disponibilidad de una frecuencia se basaba en la búsqueda manual, mediante filtros en Excel, de los enlaces que contenían el mismo nombre de las estaciones involucradas en el nuevo enlace; es decir, mediante filtros, se identificaba los enlaces que contenían nombres de las estaciones que se planeaba utilizar. Adicionalmente se filtraban los enlaces que pertenecían a la banda de frecuencia en la cual se planeaba la nueva implementación.

A continuación se procede a generar una gráfica de la ubicación geográfica de las estaciones y los enlaces identificados anteriormente con la ayuda de *Pathloss*. De esta forma se puede identificar visualmente los posibles enlaces que pueden causar interferencias debido a la separación en azimut.

Posteriormente se procede a realizar el análisis de interferencias en *Pathloss*, para lo cual era necesario ingresar los datos de los enlaces filtrados de forma manual.

En caso de que el análisis diera como resultado una negativa acerca de la utilización de la frecuencia propuesta, era necesario repetir el proceso de análisis en la misma banda para otra frecuencia o incluso realizar un nuevo filtrado de los enlaces para evaluar una banda de frecuencia diferente.

Con la ayuda de *Frequency Manager* estos procesos se reducen notablemente en cuanto a tiempo y exactitud del análisis ya que el filtrado de los posibles enlaces interferentes se hace por medio de la cercanía geográfica y no por medio del nombre. Esta es una ventaja importante para el análisis, ya que en la forma tradicional se omitían enlaces que estaban ubicados muy cerca y que seguramente interferirían el nuevo enlace, pero que tenían un nombre de estación diferente.

Otra ventaja de la utilización de *Frequency Manager* es que la información de los enlaces que se consideran como posibles interferentes se puede exportar a un formato amigable y que es posible de importar directamente en *Pathloss*.

Adicionalmente, *Frequency Manager* provee la funcionalidad de identificar los detalles de los enlaces en las gráficas de espectro y de ubicación geográfica por medio del movimiento del mouse, lo cual no es posible visualizar en *Pathloss*.

4.2 PRUEBAS EN BASE A LA INFORMACIÓN DE ENLACES YA IMPLEMENTADOS POR SIEMENS

URDESA CENTRAL – URDESA

Latitud A 02°10'08.0"S	Longitud A 79°54'13.0"O	Estación URDESA	Cliente: TELEF. COSTA
Latitud B 02°09'58.0"S	Longitud B 79°54'43.0"O	Estación URDESA CENTRAL	Cliente: TELEF. COSTA
Radio SRAL XD	Distancia del Enlace (Km): 0.9755 Km		

Figura. 4.1. Variables de entrada

A: URDESA 02°10'08.0"S 79°54'13.0"O TELEF. COSTA --- B: URDESA CENTRAL 02°09'58.0"S 79°54'43.0"O TELEF. COSTA.FIX A (MHz): 8356

RECOMENDACIÓN: 8.2 - 8.5 GHz Band Frequency Allocation (ITU-R F 386-4 ANEXO 3) AP

DISPONIBILIDAD DE CANALES					
Nº CANAL	FC (MHZ)	SHIFTER (MHZ)	ID (AP - CC)	ESTADO	POL RU
1	8293	119	AP	OCUPADO	H V
2	8307	119	AP	OCUPADO	H V
3	8321	119	AP	OCUPADO	H V
4	8335	119	AP	OCUPADO	H V
5	8349	119	AP	OCUPADO	H V
6	8363	119	AP	OCUPADO	H V

Volver

Reporte de canales

Reporte de enlaces

Guardar enlace

RANGOS DE FRECUENCIAS LIBRES	
LÍMITE INFERIOR (MHz)	LÍMITE SUPERIOR (MHz)
8000	8299.9675
8314.0025	8320.9675
8335.0025	8348.9675
8363.0025	8418.9675
8433.0025	8439.9675
8454.0025	8467.9675
8482.0025	8699.965

Figura. 4.2. Resultados del Análisis

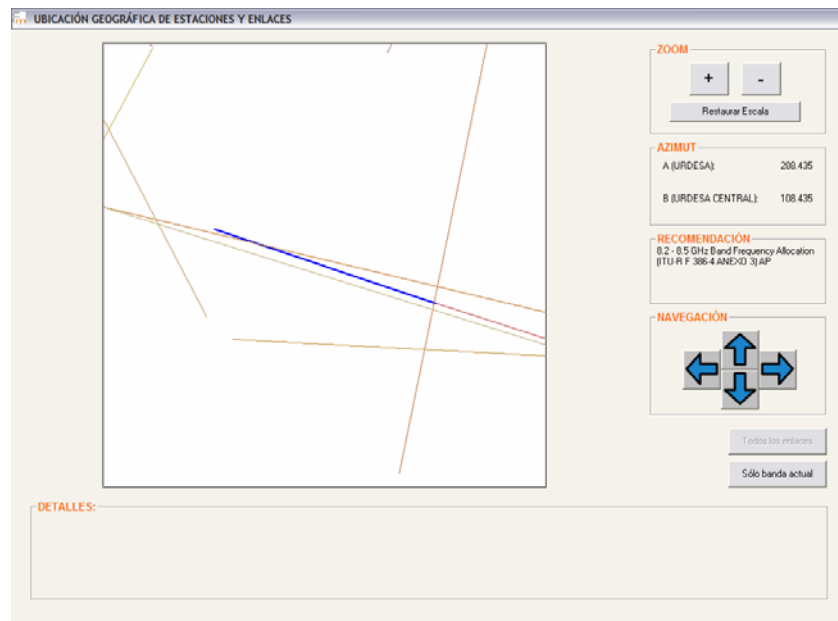


Figura. 4.3. Gráfica Geográfica de los Enlaces



Figura. 4.4. Gráfica Del Espectro en Ambos enlaces

ESTACIÓN_A	LATITUD_A	LONGITUD_A	ASNM_A_m	AZIMUT_A	ANTENA_A	ESTACIÓN_B	LATITUD_B	LONGITUD_B
URDESA	02 10 08.0 S	79 54 13.0 W	5	288.45	Parabolica	URDESA CENTRAL	02 09 58.0 S	79 54 43.0 W
URDESA								
CENTRAL	02 10 09.90 S	079 54 44.10 W	8	332.28	HP	MAPASINGUE	02 09 05.00 S	79 55 18.00 W
ESTRADA	02 10 31.00 S	079 54 18.00 W	5	11.64	HP	URDESA	02 09 08.00 S	079 54 01.00 W
EL CARMEN	02 10 37.0 S	79 52 43.0 W	80	287.87	Parabolica	URDESA	02 10 08.0 S	79 54 13.0 W
ASNM_B_m	AZIMUT_B	ANTENA_B	DISTANCIA_Km	POTENCIA_dBm	POLARIZACIÓN	TX A MHz	TX B MHz	AB_MHz
8	108.45	Parabolica	0.98	99999	V	14571	14991	7
75	152.28	HP	2.25	20	H	14833.5	15253.5	7
5	191.64	HP	2.5	20	V	14896.5	15316.5	7
5	107.87	Parabolica	2.92	99999	V	14543	14963	14

Tabla. 4.1. Lista de los enlaces recuperados por medio de filtros en Excel

ESTACIÓN_A	LATITUD_A	LONGITUD_A	ASNM_A_m	AZIMUT_A	ANTENA_A	ESTACIÓN_B	LATITUD_B	LONGITUD_B
POLISISTEMAS	02 09 55.0 S	79 54 58.0 W	45	107.294	Parabolica	EL CARMEN	02 10 37.0 S	79 52 43.0 W
POLISISTEMAS	02 09 55.0 S	79 54 58.0 W	45	107.294	Parabolica	EL CARMEN	02 10 37.0 S	79 52 43.0 W
POLISISTEMAS	02 09 55.0 S	79 54 58.0 W	45	107.29	Parabolica	EL CARMEN	02 10 37.0 S	79 52 43.0 W
EL CARMEN	02 10 37.0 S	79 52 43.0 W	80	318.087	Parabolica	POLICENTRO	02 09 38.0 S	79 53 36.0 W
POLISISTEMAS	02 09 55.0 S	79 54 58.0 W	45	107.294	Parabolica	EL CARMEN	02 10 37.0 S	79 52 43.0 W
POLISISTEMAS	02 09 55.0 S	79 54 58.0 W	45	107.294	Parabolica	EL CARMEN	02 10 37.0 S	79 52 43.0 W
POLISISTEMAS	02 09 55.0 S	79 54 58.0 W	45	107.29	Parabolica	EL CARMEN	02 10 37.0 S	79 52 43.0 W
POLISISTEMAS	02 09 55.0 S	79 54 58.0 W	45	107.29	Parabolica	EL CARMEN	02 10 37.0 S	79 52 43.0 W
POLISISTEMAS	02 09 55.0 S	79 54 58.0 W	45	107.29	Parabolica	EL CARMEN	02 10 37.0 S	79 52 43.0 W
POLICENTRO	02 09 38.0 S	79 53 36.0 W	10	59.19	Parabolica	PUNTILLA	02 08 31.2 S	79 51 43.9 W

JUANMARCET	02 09 50.87 S	079 53 39.87 W	5	150.6	HP	ALBATROS	02 10 03.89 S	079 53 32.58 W
POLICENTRO	02 10 03.99 S	079 53 54.27 W	5	179.96	HP	VIEJA KENNEDY	02 10 18.64 S	79 53 54.26 W
CATOLICA	02 10 51.22 S	79 54 12.10 W	40	87.21	HP	PIEDRAHITA	02 10 48.60 S	79 53 18.70 W
LAS CAMARAS	02 09 29.20 S	79 53 49.00 W	5	358.44	HP	LA HERRADURA	02 08 35.98 S	79 53 50.44 W
ESTADIO								
MODELO	02 10 42.30 S	79 53 47.20 W	10	135.16	HP	PIEDRAHITA	02 11 03.89 S	79 53 25.86 W
VIEJA KENNEDY	02 10 18.56 S	79 52 53.61 W	5	276.85	HP	BERLIN	02 10 12.89 S	79 54 40.54 W
ESTRADA	02 10 31.00 S	079 54 18.00 W	5	11.64	HP	URDESA	02 09 08.00 S	079 54 01.00 W
LA HERRADURA	02 08 34.35 S	79 53 47.21 W	4	223.11	HP	LAS AGUAS	02 09 27.39 S	79 54 38.80 W
EL CARMEN	02 10 37.0 S	79 52 43.0 W	80	287.87	Parabolica	URDESA	02 10 08.0 S	79 54 13.0 W
POLICENTRO	02 09 38.0 S	79 53 36.0 W	10	186.42	Parabolica	RENO	02 10 13.5 S	79 53 40.0 W
MICROCELDA								
BELLAVISTA								
GUASMO	02 14 33.0 S	79 54 00.0 W	5	352.88	Parabolica	GYE	02 10 49.0 S	79 54 28.0 W
RENO	02 10 13.5 S	79 53 40.0 W	5	283.27	Parabolica	POLISISTEMAS	02 09 55.0 S	79 54 58.0 W
POLISISTEMAS	02 09 55.0 S	79 54 58.0 W	45	107.29	Parabolica	EL CARMEN	02 10 37.0 S	79 52 43.0 W
RENO	02 10 13.5 S	79 53 40.0 W	5	72.69	Parabolica	FAE	02 09 59.7 S	79 52 55.7 W
MAPASINGUE	02 08 50.0 S	79 55 09.0 W	80	170.34	Parabolica	POLISISTEMAS	02 09 55.0 S	79 54 58.0 W
POLICENTRO	02 09 38.0 S	79 53 36.0 W	10	310.81	Parabolica	FACTORY	02 07 32.0 S	79 56 02.0 W
POLISISTEMAS	02 09 55.0 S	79 54 58.0 W	45	107.29	Parabolica	EL CARMEN	02 10 37.0 S	79 52 43.0 W
RENO	02 10 13.50 S	079 53 40.00 W	5	72.79	VHP2-77	FAE	02 09 59.70 S	079 52 55.70 W
RENO	02 10 13.50 S	079 53 40.00 W	5	6.47	VHP2-77	POLICENTRO	02 09 38.00 S	079 53 36.00 W
EL CARMEN	02 10 37.0 S	79 52 43.0 W	80	25.28	Parabolica	POLICENTRO	02 09 38.0 S	79 53 36.0 W
COPOS								
EL CARMEN	02 10 37.0 S	79 52 43.0 W	80	297.7	Parabolica	POLICENTRO	02 09 59.6 S	79 53 54.3 W
COLON	02 09 15.2 S	79 53 51.1 W	17	174.48	Parabolica	LAS GARZAS	02 09 52.4 S	79 53 47.5 W
URDESA								
URDESA	02 10 08.0 S	79 54 13.0 W	5	288.45	Parabolica	CENTRAL	02 09 58.0 S	79 54 43.0 W
URDESA 3	02 09 34.10 S	079 54 19.70 W	7	26.86	HP	LA HERRADURA	02 08 35.98 S	79 53 50.44 W
URDANETA	02 11 19.20 S	79 53 54.00 W	5	315.63	HP	VELASCO	02 10 51.24 S	79 54 33.89 W

IBARRA									
PORTON	02 09 31.37 S	079 54 26.82 W	5	271.64	HP	BALSAMOS	02 09 30.57 S	079 54 54.33 W	
VIEJA KENNEDY	02 10 18.56 S	79 52 53.61 W	5	23.92	HP	SAN MARINO	02 09 57.39 S	79 53 43.91 W	
VIEJA KENNEDY	02 10 18.56 S	79 52 53.61 W	5	1.69	HP	PLAZAQUIL	02 09 50.88 S	079 53 52.82 W	
URDESA									
URDESA	02 10 08.0 S	79 54 13.0 W		288.435		CENTRAL	02 09 58.0 S	79 54 43.0 W	
POLISISTEMAS	02 09 55.0 S	79 54 58.0 W	45	107.294	Parabolica	EL CARMEN	02 10 37.0 S	79 52 43.0 W	
POLISISTEMAS	02 09 55.0 S	79 54 58.0 W	45	107.29	Parabolica	EL CARMEN	02 10 37.0 S	79 52 43.0 W	
POLISISTEMAS	02 09 55.0 S	79 54 58.0 W	45	107.29	Parabolica	EL CARMEN	02 10 37.0 S	79 52 43.0 W	
POLISISTEMAS	02 09 55.0 S	79 54 58.0 W	45	107.29	Parabolica	EL CARMEN	02 10 37.0 S	79 52 43.0 W	
FACSO	02 09 20.00 S	079 55 08.90 W	5	127.17	HP	BALSAMOS	02 09 33.44 S	79 54 51.29 W	
URDESA									
CENTRAL	02 10 09.90 S	079 54 44.10 W	8	332.28	HP	MAPASINGUE	02 09 05.00 S	79 55 18.00 W	
PARAISO	02 09 56.11 S	79 55 03.57 W	5	28.59	HP	BALSAMOS	02 09 33.44 S	79 54 51.29 W	
MAPASINGUE	02 08 50.0 S	79 55 09.0 W	80	120.19	Parabolica	URDENOR	02 09 15.0 S	79 54 26.0 W	
POLISISTEMAS	02 09 55.0 S	79 54 58.0 W	45	103.27	Parabolica	RENO	02 10 13.5 S	79 53 40.0 W	
MAPASINGUE	02 08 50.0 S	79 55 09.0 W	80	174.44	Parabolica	AGUAS	02 09 41.3 S	79 55 04.0 W	
POLISISTEMAS	02 09 55.00 S	079 54 58.00 W	127.77	350.34	VHP2-77	MAPASINGUE	02 08 50.00 S	079 55 09.00 W	
POLISISTEMAS	02 09 55.0 S	79 54 58.0 W	45	107.29	Parabolica	EL CARMEN	02 10 37.0 S	79 52 43.0 W	

ASN_M_B_m	AZIMUT_B	ANTENA_B	DISTANCIA_Km	POTENCIA_dBm	POLARIZACIÓN	TX A MHz	TX B MHz	AB_MHz
80	287.293	Parabolica	4.361	99999	V	15159	14739	28
80	287.293	Parabolica	4.361	99999	V	15131	14711	28
80	287.29	Parabolica	4.36	99999	V	15159	14739	28
10	138.088	Parabolica	2.447	99999	H	17755	18765	3.5
80	287.293	Parabolica	4.361	99999	V	15131	14711	28
80	287.293	Parabolica	4.361	99999	V	15159	14739	28
80	287.29	Parabolica	4.36	99999	H	15329	14909	28
80	287.29	Parabolica	4.36	99999	V	15243	14823	28
80	287.29	Parabolica	4.36	99999	H	15026	14606	14

3	239.19	Parabolica	4.03	99999	V	15019	14599	14
6	330.6	HP	0.46	14.77121	H	14924.5	14504.5	7
5	359.96	HP	0.45	20	H	14931.5	14511.5	7
7	267.21	HP	1.65	17.78151	H	15071.5	14651.5	7
5	178.44	HP	1.64	20	H	14651.5	15071.5	7
7	315.16	HP	0.94	20	V	15211.5	14791.5	7
4	96.85	HP	3.31	20	H	15208	14718	7
5	191.64	HP	2.5	20	V	14896.5	15316.5	7
4	43.11	HP	2.28	20	H	15015.5	14525.5	7
5	107.87	Parabolica	2.92	99999	V	14543	14963	14
5	6.42	Parabolica	1.1	99999	H	14956	14536	28
22	172.88	Parabolica	6.97	99999	V	14928	14508	14
45	103.27	Parabolica	2.48	99999	V	14851	15271	28
80	287.29	Parabolica	4.36	99999	V	7771	7526	28
3	252.69	Parabolica	1.43	99999	V	14613	15033	14
45	350.34	Parabolica	2.03	99999	V	14851	15271	28
41	130.82	Parabolica	5.95	99999	V	14935	14515	14
80	287.29	Parabolica	4.36	99999	H	7401	7240	28
2	252.79	VHP2-77	1.43	16.9897	H	8328	8447	14
10	186.47	VHP2-77	1.1	14.77121	V	8307	8426	14
10	138.09	Parabolica	2.45	99999	H	15333	14913	14
8	117.7	Parabolica	2.48	99999	V	14516	14936	7
10	354.48	Parabolica	1.15	99999	V	14613	15033	14
8	108.45	Parabolica	0.98	99999	V	14571	14991	7
5	206.86	HP	2	17.78151	H	14553.5	14973.5	7
30	135.63	HP	1.5	20	V	15295.5	14805.5	7
5	91.64	HP	0.85	20	V	14504.5	14924.5	7
5	203.92	HP	0.74	13.01029	V	15039.5	14619.5	7
5	181.69	HP	1.8	17.78151	V	15337.5	14847.5	7
	108.435		0.976			8356	8475	14

80	287.293	Parabolica	4.361	99999	V	15159	14739	28
80	287.29	Parabolica	4.36	99999	H	15329	14909	28
80	287.29	Parabolica	4.36	99999	V	15243	14823	28
80	287.29	Parabolica	4.36	99999	H	15026	14606	14
5	307.16	HP	0.68	17.78151	H	14966.5	14546.5	7
75	152.28	HP	2.25	20	H	14833.5	15253.5	7
5	208.59	HP	0.79	20	H	15078.5	14658.5	7
20	300.19	Parabolica	1.53	99999	V	14991	14571	14
5	283.27	Parabolica	2.48	99999	H	14934	14514	28
16	354.44	Parabolica	1.59	99999	H	15033	14613	14
80	170.34	VHP2-77	2.03	16.9897	H	8356	8475	14
80	287.29	Parabolica	4.36	99999	V	15131	14711	28

Tabla. 4.2. Lista de los enlaces recuperados por medio de *Frequency Manager* (a 1.5 Km de cercanía).

Pathloss 4.0

Files Module Configure Equipment SDB Application Report Help

Site Name	URDESA	URDESA CENTRAL
Call Sign		
Station Code		
State		
Owner Code		
Latitude	02 10 08.00 S	02 09 58.00 S
Longitude	079 54 13.00 W	079 54 43.00 W
True azimuth (°)	288.33	108.33
Calculated Distance (km)	0.98	
Profile Distance (km)	0.98	
Datum	WGS 1984	
Elevation (m)	5.00	8.00
Tower Height (m)		
TR Antenna Height (m)	0.00	0.00
Code		
TX loss (dB)	0.00	0.00
RX loss (dB)	0.00	0.00

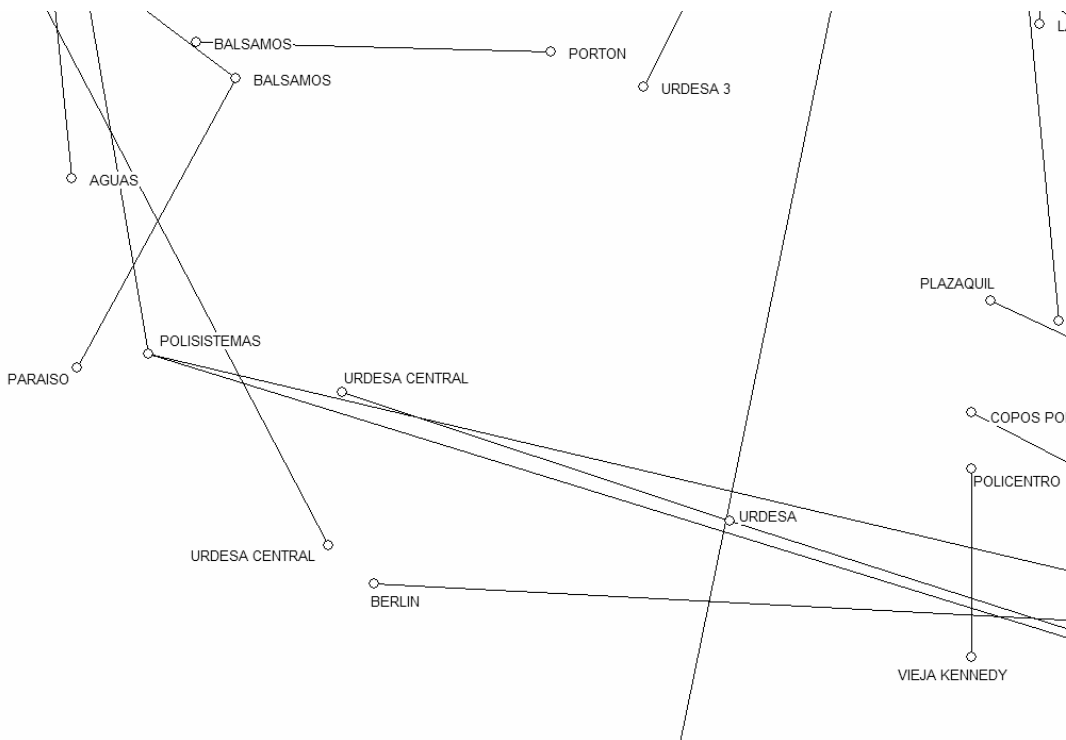


Figura. 4.5. Resultados obtenidos en Pathloss 4.0

COLLALOMA – SAN ANTONIO

Latitud A 00 07 00.16 S	Longitud A 78 28 17.00 O	Estación COLLALOMA	Cliente: PORTA SIERRA
Latitud B 00 01 35.24 S	Longitud B 78 26 16.82 O	Estación SAN ANTONIO	Cliente: PORTA SIERRA
Radio SRA 4	Distancia del Enlace (Km): 10.6937 Km		

Figura. 4.6. Variables de entrada

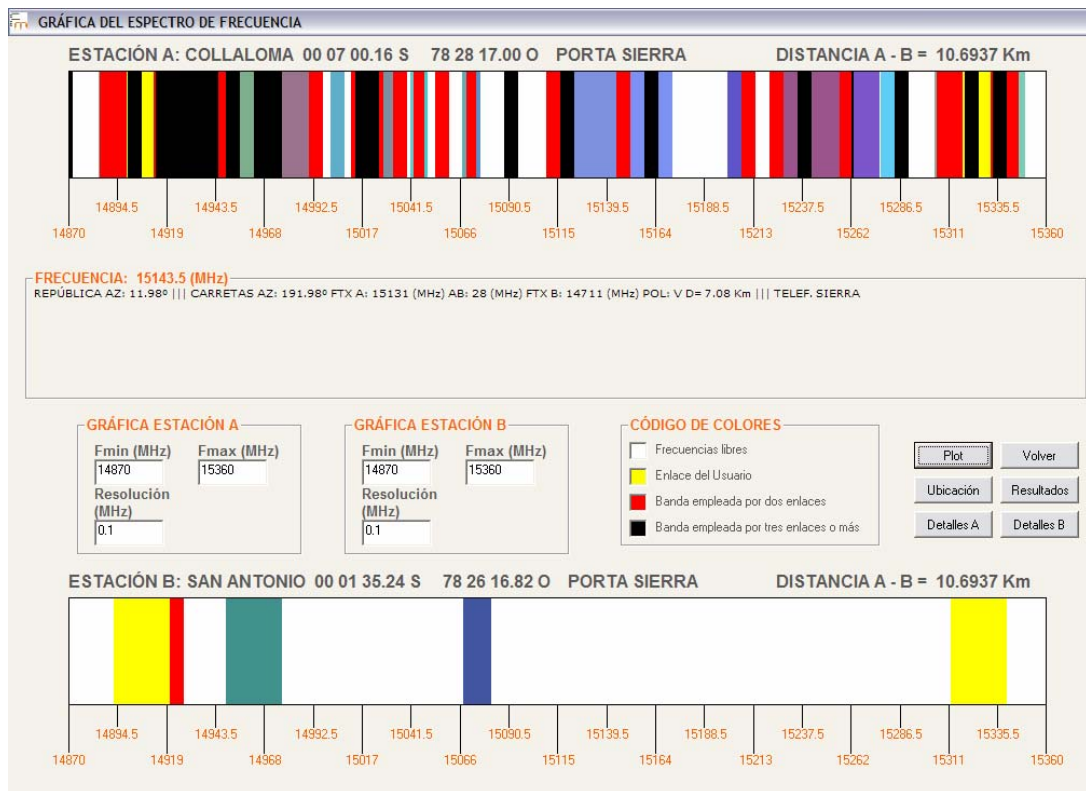


Figura. 4.7. Gráfica del espectro en ambas estaciones

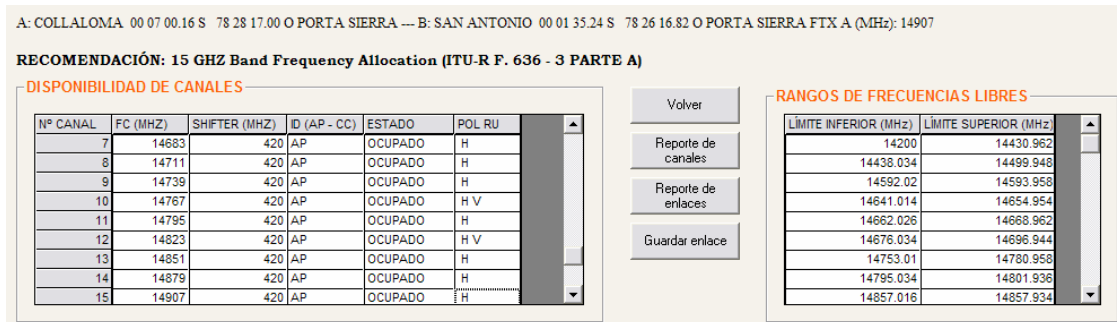


Figura. 4.8. Resultados del Análisis

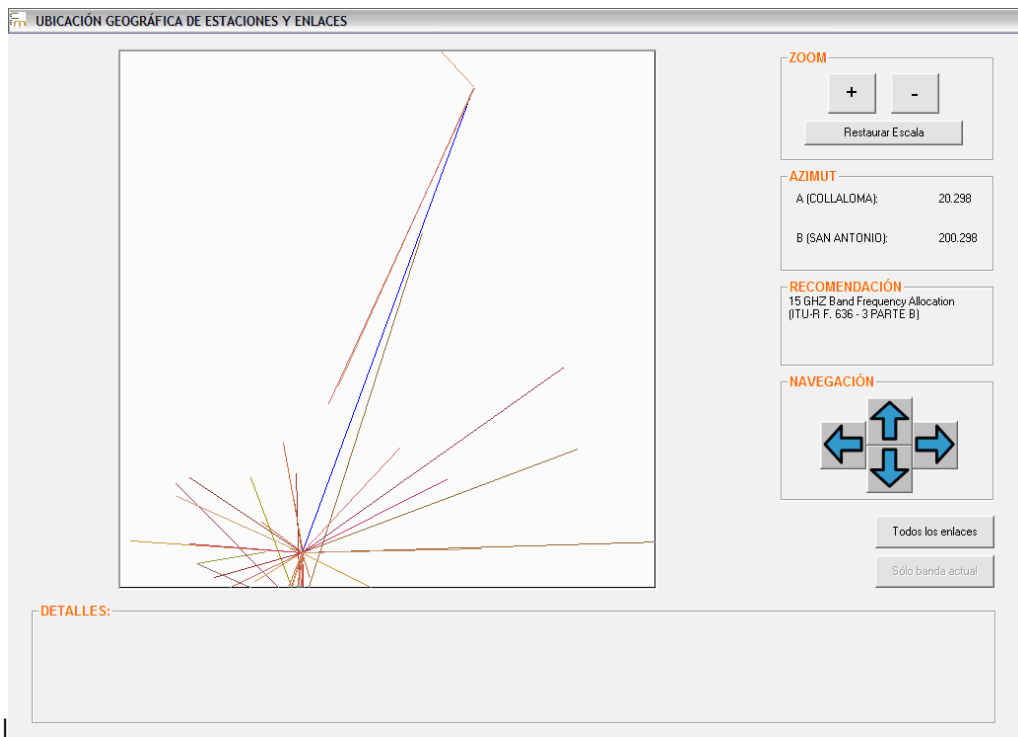


Figura. 4.9. Gráfica de la ubicación geográfica de los enlaces

Pathloss 4.0 - COLLALOMA-SAN ANTONIO.pl4		
Files Module Configure Equipment SDB Application Report Help		
Site Name	COLLALOMA	SAN ANTONIO
Call Sign	coll	sn ant
Station Code		
State		
Owner Code		
Latitude	00 07 00.16 S	00 01 35.24 S
Longitude	078 28 17.00 W	078 26 16.82 W
True azimuth (°)	20.42	200.42
Calculated Distance (km)	10.65	
Profile Distance (km)		
Ellipsoid	South American 1969	
Elevation (m)	2959.34	2959.34
Tower Height (m)		
TR Antenna Height (m)	0.00	0.00
Code	A4180	A4180
TX loss (dB)	0.80	0.80
RX loss (dB)	0.80	0.80

Figura. 4.10. Resultados obtenidos en Pathloss 4.0

ESTACIÓN_A	LATITUD_A	LONGITUD_A	ASNM_A_m	AZIMUT_A	ANTENA_A	ESTACIÓN_B	LATITUD_B	LONGITUD_B
COLLALOMA	00 07 00.16 S	78 28 17.00 W	2796.1	326.65	HP	VOZ ANDES	00 10 19.64 S	78 29 14.89 W
COLLALOMA	00 07 00.16 S	78 28 17.00 W	2990	188.15	HP	QUICENTRO	00 10 33.00 S	78 28 47.00 W
COLLALOMA	00 07 00.16 S	78 28 17.00 W	2959.34	283.82	HP	OFELIA	00 06 53.80 S	78 29 36.00 W
COLLALOMA	00 07 00.16 S	78 28 17.00 W	2931	88.62	HP	LLANO GRANDE	00 06 57.10 S	78 26 10.50 W
COLLALOMA	00 07 00.16 S	78 28 17.00 W	2970	303.19	HP	CONDADO	00 06 20.89 S	78 29 44.79 W
COLLALOMA	00 07 00.16 S	78 28 17.00 W	2962.3	181.76	HP	BATAN	00 11 00.00 S	78 28 30.60 W
COLLALOMA	00 07 00.16 S	78 28 17.00 W	2963	20.16	HP	SAN ANTONIO	00 01 35.24 S	78 26 16.82 W
COLLALOMA	00 07 00.16 S	78 28 17.00 W	2963	16.45	HPX8-70	COTACACHI	00 20 13.50 N	78 20 17.70 W
COLLALOMA	00 07 00.16 S	78 28 17.00 W	2970	198.86	P6-144D	SAN BARTOLO	00 16 14.24 S	78 31 25.02 W
COLLALOMA	00 07 00.16 S	78 28 17.00 W	2963	16.45	HPX8-70	COTACACHI	00 20 13.50 N	78 20 17.70 W
COLLALOMA	00 07 0.16 S	78 28 17.00 W	2970	16.44	HP	COTACACHI	00 20 13.50 N	78 20 17.70 W
COLLALOMA	00 07 0.16 S	78 28 17.00 W	2970	52.56	HP	MOJANDA	00 04 35.00 N	78 13 13.00 W
COLLALOMA	00 07 0.16 S	78 28 17.00 W	2970	88.28	HP	CHECA	00 06 43.63 S	78 19 11.12 W
COLLALOMA	00 07 0.16 S	78 28 17.00 W	2970	69.51	HP	ZABALA	00 05 47.50 S	78 25 03.84 W
COLLALOMA	00 07 0.16 S	78 28 17.00 W	2970	351.42	HP03-144	CARRETAS	0 06 23.30 S	78 28 22.80 W
COLLALOMA	00 07 0.16 S	78 28 17.00 W	2970	198.86	P6-144D	SAN BARTOLO NEW	0 16 14.24 S	78 31 25.02 W
COLLALOMA	00 07 0.16 S	78 28 17.00 W	2970	256.08	HP03-144	PANAMERICANA	0 7 17.40 S	78 29 18.70 W
SAN ANTONIO	00 01 35.24 S	78 26 16.82 W	2409	204.45	HP	CARCELEN	00 05 15.69 S	78 27 58.69 W
AVELLANAS	00 06 57.10 S	78 28 25.80 W	2976	172.85	HP	COLLALOMA	00 07 00.16 S	78 28 17.00 W
AMERICANO	00 05 46.60 S	78 27 07.70 W	2661	221.22	HP	COLLALOMA	00 07 00.16 S	78 28 17.00 W
CLAVER	00 07 46.40 S	78 29 53.20 W	2832.18	69.22	HP	COLLALOMA	00 07 00.16 S	78 28 17.00 W
CARAPUNGO	00 06 08.50 S	78 26 34.70 W	2668.95	239.8	HP	COLLALOMA	00 07 00.16 S	78 28 17.00 W
QUICENTRO	00 10 33.29 S	78 28 45.19 W	2781	6.2	VHP	COLLALOMA	00 07 00.16 S	78 28 17.00 W
PARKENOR	00 06 38.60 S	78 28 45.70 W	2865	145.42	HP	COLLALOMA	00 07 00.16 S	78 28 17.00 W
GUAMANI	00 19 01.53 S	78 11 22.62 W	4321	304.54	HPX-870	COLLALOMA	00 07 00.16 S	78 28 17.00 W
GUAMANI	00 19 01.53 S	78 11 22.62 W	4321	304.54	HPX-870	COLLALOMA	00 07 00.16 S	78 28 17.00 W
FATIMA	00 07 20.30 S	78 28 50.20 W	2870	73.01	HP	COLLALOMA	00 07 00.16 S	78 28 17.00 W
EINSTEIN	00 05 43.60 S	78 28 30.60 W	2807.62	175.6	HP	COLLALOMA	00 07 00.16 S	78 28 17.00 W
DHL	00 07 18.10 S	78 28 11.80 W	2937	299	HP	COLLALOMA	00 07 00.16 S	78 28 17.00 W
PUEMBO	00 10 20.10 S	78 21 42.40 W	2427	295.02	HP	COLLALOMA	00 07 00.16 S	78 28 17.00 W

MENAHIERRO	00 06 52.00 S	78 30 17.40 W	2891	94.72	HP	COLLALOMA	00 07 00.16 S	78 28 17.00 W
MONJASALTO	00 13 50.40 S	78 29 29.20 W	2920	9.44	HP	COLLALOMA	00 07 00.16 S	78 28 17.00 W
QUITO TENNIS	00 09 49.70 S	78 29 25.60 W	2840	21.81	HP	COLLALOMA	00 07 00.16 S	78 28 17.00 W
SAN ISIDRO	00 08 36.35 S	78 28 13.00 W	2849	353.27	HP	COLLALOMA	00 07 00.16 S	78 28 17.00 W
SAN JOSE DE								
MINAS	00 10 14.20 N	78 24 03.50 W	2327	194.02	HP	COLLALOMA	00 07 00.16 S	78 28 17.00 W
LAURELES	0 9 14.6 S	078 28 15.6 W	2818	359.4	HP	COLLALOMA	00 07 00.16 S	78 28 17.00 W
MARIANITA	00 04 50.30 S	078 25 13.60 W	2710	233.39	HP	COLLALOMA	00 07 00.16 S	78 28 17.00 W
ATIENZA	0 11 03.44 S	78 29 33.79 W	2849	17.97	HP	COLLALOMA	00 07 00.16 S	78 28 17.00 W
MITAD DEL								
MUNDO	00 00 16.70 S	78 27 29.80 W	2557	144.01	HP	SAN ANTONIO	00 01 35.24 S	78 26 16.82 W
CARCELEN	00 05 03.77 S	78 27 51.51 W	2735	24.57	HP	SAN ANTONIO	00 01 35.24 S	78 26 16.82 W

ASNM_B_m	AZIMUT_B	ANTENA_B	DISTANCIA_Km	POTENCIA_dBm	POLARIZACIÓN	TX A MHz	TX B MHz	AB_MHz
2797	146.65	HP	0.29	10	V	14672.5	15092.5	7
2805	8.15	HP	6.55	20	V	14627	15117	14
2772.78	103.82	HP	2.33	20	V	14868.5	15288.5	7
2659	268.62	HP	3.91	20	V	14889.5	15309.5	7
2740	123.19	HP	2.92	20	V	14529	15019	14
2824.41	1.76	HP	6.95	20	V	14840.5	15260.5	7
2409	200.16	HP	10.69	23.01029	V	7299.5	7138.5	28
3992	196.45	HPX8-70	52.24	23.01029	V	7299.5	7138.5	28
2930	18.86	P6-144D	18	20	V	14557	15047	7
3992	196.45	HPX8-70	52.24	23.01029	V	7355.5	7194.5	28
4046	196.44	HP	52.32	23.9794	V	7498	7743	28
3184	232.56	HP	28.31	23.9794	V	7547	7792	14
2520	268.28	HP	16.89	20	V	15036.5	14546.5	7
2673	249.51	HP	6.38	20	V	15071	14571	7
2900	171.42	HP03-144	1.2	20	V	15073.25	14583.25	7
2930	18.86	P6-144D	18	20	V	14515	15005	7
2835	76.08	HP03-144	1.97	20	V	15045.25	14555.25	7
2732	24.45	HP	7.04	20	V	14963	14543	28
2963	352.85	HP	0.52	16.9897	V	15162.5	14742.5	7

2962	41.22	HP	3.57	20	V	14742.5	15162.5	7
2959.34	249.22	HP	2.99	23.01029	V	15239.5	14819.5	7
2959.34	59.8	HP	3.87	23.01029	V	14791.5	15211.5	7
2963	186.2	VHP	6.16	20	V	14658.5	15148.5	7
2956	325.42	HP	1.24	14.77121	V	14672.5	15092.5	7
2963	124.54	HPX-870	38.33	23.01029	V	7866.3	8177.62	29.65
2963	124.54	HPX-870	38.33	23.01029	V	7807	8118.32	29.65
2956	253.01	HP	0.88	20	V	14805.5	15225.5	7
2962.3	355.6	HP	2.78	20	V	14700.5	15120.5	7
2956	119.02	HP	0.39	10	V	14532.5	14952.5	7
2956	115.02	HP	13.67	20	V	14917.5	15337.5	7
2970	274.72	HP	3.74	20	V	15323.5	14903.5	7
2963	189.44	HP	12.34	23.01029	V	7212	7373	7
2963	201.81	HP	5.15	20	V	14994.5	14574.5	7
2956	173.27	HP	2.61	17.78151	V	14637.5	15057.5	7
2956	14.02	HP	33.12	23.01029	V	7184	7345	7
2970	179.4	HP	20	23.9794	V	14602.5	15092.5	7
2956	53.39	HP	7.29	99999	V	14434.5	14924.5	7
2990	197.7	HP	7.8	23.01029	V	14784.5	15204.5	7
2409	301.42	HP	3.49	20	V	14504.5	14924.5	7
2673	204.57	HP	7.04	20	V	14585	15075	14

Tabla. 4.3. Lista de los enlaces recuperados por medio de filtros en Excel.

ESTACIÓN_A	LATITUD_A	LONGITUD_A	ASNM_A_m	AZIMUT_A	ANTENA_A	ESTACIÓN_B	LATITUD_B	LONGITUD_B
COLLALOMA	00 07 00.16 S	78 28 17.00 W	2796.1	326.65	HP	VOZ ANDES	00 10 19.64 S	78 29 14.89 W
AVELLANAS	00 06 57.10 S	78 28 25.80 W	2976	172.85	HP	COLLALOMA	00 07 00.16 S	78 28 17.00 W
AMERICANO	00 05 46.60 S	78 27 07.70 W	2661	221.22	HP	COLLALOMA	00 07 00.16 S	78 28 17.00 W
COLLALOMA	00 07 00.16 S	78 28 17.00 W	2990	188.15	HP	QUICENTRO	00 10 33.00 S	78 28 47.00 W
COLLALOMA	00 07 00.16 S	78 28 17.00 W	2959.34	283.82	HP	OFELIA	00 06 53.80 S	78 29 36.00 W
COLLALOMA	00 07 00.16 S	78 28 17.00 W	2931	88.62	HP	LLANO GRANDE	00 06 57.10 S	78 26 10.50 W
COLLALOMA	00 07 00.16 S	78 28 17.00 W	2970	303.19	HP	CONDADO	00 06 20.89 S	78 29 44.79 W

COLLALOMA	00 07 00.16 S	78 28 17.00 W	2962.3	181.76	HP	BATAN	00 11 00.00 S	78 28 30.60 W
CLAVER	00 07 46.40 S	78 29 53.20 W	2832.18	69.22	HP	COLLALOMA	00 07 00.16 S	78 28 17.00 W
CARAPUNGO	00 06 08.50 S	78 26 34.70 W	2668.95	239.8	HP	COLLALOMA	00 07 00.16 S	78 28 17.00 W
COLLALOMA	00 07 00.16 S	78 28 17.00 W	2963	20.16	HP	SAN ANTONIO	00 01 35.24 S	78 26 16.82 W
QUICENTRO	00 10 33.29 S	78 28 45.19 W	2781	6.2	VHP	COLLALOMA	00 07 00.16 S	78 28 17.00 W
PARKENOR	00 06 38.60 S	78 28 45.70 W	2865	145.42	HP	COLLALOMA	00 07 00.16 S	78 28 17.00 W
GUAMANI	00 19 01.53 S	78 11 22.62 W	4321	304.54	HPX-870	COLLALOMA	00 07 00.16 S	78 28 17.00 W
COLLALOMA	00 07 00.16 S	78 28 17.00 W	2963	16.45	HPX8-70	COTACACHI	00 20 13.50 N	78 20 17.70 W
GUAMANI	00 19 01.53 S	78 11 22.62 W	4321	304.54	HPX-870	COLLALOMA	00 07 00.16 S	78 28 17.00 W
FATIMA	00 07 20.30 S	78 28 50.20 W	2870	73.01	HP	COLLALOMA	00 07 00.16 S	78 28 17.00 W
EINSTEIN	00 05 43.60 S	78 28 30.60 W	2807.62	175.6	HP	COLLALOMA	00 07 00.16 S	78 28 17.00 W
DHL	00 07 18.10 S	78 28 11.80 W	2937	299	HP	COLLALOMA	00 07 00.16 S	78 28 17.00 W
COLLALOMA	00 07 00.16 S	78 28 17.00 W	2970	198.86	P6-144D	SAN BARTOLO	00 16 14.24 S	78 31 25.02 W
PUEMBO	00 10 20.10 S	78 21 42.40 W	2427	295.02	HP	COLLALOMA	00 07 00.16 S	78 28 17.00 W
MENAHIERRO	00 06 52.00 S	78 30 17.40 W	2891	94.72	HP	COLLALOMA	00 07 00.16 S	78 28 17.00 W
MONJASALTO	00 13 50.40 S	78 29 29.20 W	2920	9.44	HP	COLLALOMA	00 07 00.16 S	78 28 17.00 W
QUITO TENNIS	00 09 49.70 S	78 29 25.60 W	2840	21.81	HP	COLLALOMA	00 07 00.16 S	78 28 17.00 W
SAN ISIDRO	00 08 36.35 S	78 28 13.00 W	2849	353.27	HP	COLLALOMA	00 07 00.16 S	78 28 17.00 W
SAN JOSE DE MINAS	00 10 14.20 N	78 24 03.50 W	2327	194.02	HP	COLLALOMA	00 07 00.16 S	78 28 17.00 W
EINSTEIN	00 05 43.60 S	78 28 30.60 W	2807.62	175.6	HP	COLLALOMA	00 07 00.16 S	78 28 17.00 W
COLLALOMA	00 07 00.16 S	78 28 17.00 W	2962.3	181.76	HP	BATAN	00 11 00.00 S	78 28 30.60 W
FATIMA	00 07 20.30 S	78 28 50.20 W	2870	73.01	HP	COLLALOMA	00 07 00.16 S	78 28 17.00 W
COLLALOMA	00 07 00.16 S	78 28 17.00 W	2963	20.16	HP	SAN ANTONIO	00 01 35.24 S	78 26 16.82 W
COLLALOMA	00 07 00.16 S	78 28 17.00 W	2959.34	283.82	HP	OFELIA	00 06 53.80 S	78 29 36.00 W
CLAVER	00 07 46.40 S	78 29 53.20 W	2832.18	69.22	HP	COLLALOMA	00 07 00.16 S	78 28 17.00 W
CARAPUNGO	00 06 08.50 S	78 26 34.70 W	2668.95	239.8	HP	COLLALOMA	00 07 00.16 S	78 28 17.00 W
DHL	00 07 18.10 S	78 28 11.80 W	2937	299	HP	COLLALOMA	00 07 00.16 S	78 28 17.00 W
COLLALOMA	00 07 00.16 S	78 28 17.00 W	2963	16.45	HPX8-70	COTACACHI	00 20 13.50 N	78 20 17.70 W
SAN ISIDRO	00 08 36.35 S	78 28 13.00 W	2849	353.27	HP	COLLALOMA	00 07 00.16 S	78 28 17.00 W
QUITO TENNIS	00 09 49.70 S	78 29 25.60 W	2840	21.81	HP	COLLALOMA	00 07 00.16 S	78 28 17.00 W
MENAHIERRO	00 06 52.00 S	78 30 17.40 W	2891	94.72	HP	COLLALOMA	00 07 00.16 S	78 28 17.00 W
LAURELES	0 9 14.6 S	078 28 15.6 W	2818	359.4	HP	COLLALOMA	00 07 00.16 S	78 28 17.00 W
MARIANITA	00 04 50.30 S	078 25 13.60 W	2710	233.39	HP	COLLALOMA	00 07 00.16 S	78 28 17.00 W

COLLALOMA	00 07 0.16 S	78 28 17.00 W	2970	16.44	HP	COTACACHI	00 20 13.50 N	78 20 17.70 W
COLLALOMA	00 07 0.16 S	78 28 17.00 W	2970	52.56	HP	MOJANDA	00 04 35.00 N	78 13 13.00 W
COLLALOMA	00 07 0.16 S	78 28 17.00 W	2970	88.28	HP	CHECA	00 06 43.63 S	78 19 11.12 W
COLLALOMA	00 07 0.16 S	78 28 17.00 W	2970	69.51	HP	ZABALA	00 05 47.50 S	78 25 03.84 W
COLLALOMA	00 07 0.16 S	78 28 17.00 W	2970	303.19	HP	CONDADO	00 06 08.00 S	78 29 36.00 W
ATIENZA	0 11 03.44 S	78 29 33.79 W	2849	17.97	HP	COLLALOMA	00 07 00.16 S	78 28 17.00 W
COLLALOMA	00 07 00.16 S	78 28 17.00 W	2990	188.15	HP	QUICENTRO	00 10 33.00 S	78 28 47.00 W
COLLALOMA	00 07 0.16 S	78 28 17.00 W	2970	351.42	HP03-144	CARRETAS	0 06 23.30 S	78 28 22.80 W
COLLALOMA	00 07 0.16 S	78 28 17.00 W	2970	198.86	P6-144D	SAN BARTOLO NEW	0 16 14.24 S	78 31 25.02 W
COLLALOMA	00 07 0.16 S	78 28 17.00 W	2970	256.08	HP03-144	PANAMERICANA	0 7 17.40 S	78 29 18.70 W
								078 30 40.00
CARRETAS	00 07 40.50 S	078 28 18.30 W	2850	206.71	HSX4-71 (L)	SAN JUAN	00 12 24.00 S	W
COTOCOLLAO	00 07 07.8 S	78 29 31.1 W	2845	80.44	Parabolica	COFAVI	00 06 59.5 S	78 28 41.8 W
CARRETAS	00 07 40.5 S	78 28 18.3 W	2985	211.41	Parabolica	QUITO TENNIS	00 09 33.0 S	78 29 27.0 W
CARRETAS	00 07 40.5 S	78 28 18.3 W	2985	17.83	Parabolica	POMASQUI	00 03 16.5 S	78 26 53.4 W
						PARQUE DE LOS		
CARRETAS	00 07 40.5 S	78 28 18.3 W	2985	358.28	Parabolica	RECUERDOS	00 06 04.7 S	78 28 21.2 W
CARRETAS	00 07 40.5 S	78 28 18.3 W	2985	339.44	Parabolica	PARKENOR	00 06 08.0 S	78 28 53.0 W
						MICROCELDA		
CARRETAS	00 07 40.5 S	78 28 18.3 W	2985	290.37	Parabolica	OCCIDENTAL 1	00 06 56.5 S	78 30 16.8 W
						MICROCELDA		
CARRETAS	00 07 40.5 S	78 28 18.3 W	2985	159.37	Parabolica	MONTESERRÍN	00 09 14.8 S	78 27 42.8 W
						MICROCELDA		
CARRETAS	00 07 40.5 S	78 28 18.3 W	2985	146.88	Parabolica	CAMPO ALEGRE	00 09 16.0 S	78 27 16.0 W
CARRETAS	00 07 40.5 S	78 28 18.3 W	2985	186.69	Parabolica	EQUUS	00 11 04.0 S	78 28 42.0 W
ILUMBISÍ	00 13 03.0 S	78 28 17.0 W	3027	0	Parabolica	CARRETAS	00 06 59.0 S	78 28 17.0 W
						ESTADIO		
CARRETAS	00 07 40.5 S	78 28 18.3 W	2985	184.38	Parabolica	ATAHUALPA	00 10 28.8 S	78 28 31.1 W
CARRETAS	00 07 40.5 S	78 28 18.3 W	2985	124.46	Parabolica	GUAMANÍ	00 19 11.4 S	78 11 31.5 W
CARRETAS	00 07 40.5 S	78 28 18.3 W	2985	294.19	Parabolica	COTOCOLLAO	00 07 07.8 S	78 29 31.1 W
CARRETAS	00 07 40.5 S	78 28 18.3 W	2985	306.93	Parabolica	EDIHOY	00 06 21.5 S	78 30 03.4 W
CARRETAS	00 07 40.5 S	78 28 18.3 W	2985	183.02	Parabolica	GRANADOS	00 09 56.6 S	78 28 25.5 W
CARRETAS	00 07 40.5 S	78 28 18.3 W	2985	195.67	Parabolica	IÑAQUITO	00 10 03.0 S	78 28 58.0 W

CARRETAS	00 07 40.5 S	78 28 18.3 W	2985	200.71	Parabolica	LA Y	00 09 48.0 S	78 29 06.5 W
CARRETAS	00 07 40.5 S	78 28 18.3 W	2985	200.71	Parabolica	LA Y	00 09 48.0 S	78 29 06.5 W
CARRETAS	00 07 40.5 S	78 28 18.3 W	2985	315.29	Parabolica	CONDADO	00 06 12.2 S	78 29 45.7 W 078 26 53.40
CARRETAS	00 07 40.50 S	078 28 18.30 W	2850	17.83	VHP 0.6	POMASQUI	00 03 16.50 S	W 078 29 22.90
CARRETAS	00 07 40.50 S	078 28 18.30 W	2985	255.76	VHP2-77	MADRE	00 07 57.00 S	W 078 28 31.10
CARRETAS	00 07 40.50 S	078 28 18.30 W	2985	184.38	VHP2-77	ATAHUALPA	00 10 28.80 S	W
CARRETAS	00 07 40.5 S	78 28 18.3 W	2985	200.71	Parabolica	LA Y	00 09 48.0 S	78 29 06.5 W
CARRETAS	00 07 40.5 S	78 28 18.3 W	2985	202.31	Parabolica	MARIANA DE JESUS	00 10 48.2 S	78 29 34.8 W
CARRETAS	00 07 40.5 S	78 28 18.3 W	2985	255.76	Parabolica	MADRE	00 07 57.0 S	78 29 22.9 W
CARRETAS	00 07 40.5 S	78 28 18.3 W	2985	217.82	Parabolica	MICROCELDA BOSQUE 1	00 09 30.9 S	78 29 44.0 W
CARRETAS	00 07 40.50 S	078 28 18.30 W	2850	224.4	VHP 0.3	EL BOSQUE	00 09 22.00 S	78 29 51.00 W 078 29 06.50
CARRETAS	00 07 40.5 S	078 28 18.30 W	2919	200.76	HP6-71	LA Y	00 09 48.00 S	W 078 28 17.00
POMASQUI	00 03 16.50 S	078 26 53.40 W	2501	200.72	VHP2-71	CARRETAS	00 06 59.00 S	W
CARRETAS	00 07 40.5 S	78 28 18.3 W	2985	174.47	Parabolica	LAURELES	00 08 58.9 S	78 28 10.7 W 078 30 40.00
CARRETAS	00 07 40.50 S	078 28 18.30 W	2850	206.71	HSX4-71 (L)	SAN JUAN	00 12 24.00 S	W
REPÚBLICA	00 11 24.8 S	78 29 05.9 W	2855	11.98	Parabolica	CARRETAS	00 07 40.5 S	78 28 18.3 W
ILUMBISÍ	00 13 03.0 S	78 28 17.0 W	3027	0	Parabolica	CARRETAS	00 06 59.0 S	78 28 17.0 W
ILUMBISÍ	00 13 03.0 S	78 28 17.0 W	3027	0	Parabolica	CARRETAS	00 06 59.0 S	78 28 17.0 W
CARRETAS	00 07 40.5 S	78 28 18.3 W	2985	49.971	Parabolica	TABACUNDO	00 04 07.0 N	78 14 16.0 W
CARRETAS	00 07 40.5 S	78 28 18.3 W	2985	49.971	Parabolica	TABACUNDO	00 04 07.0 N	78 14 16.0 W
REPÚBLICA	00 11 24.8 S	78 29 05.9 W	2855	11.98	Parabolica	CARRETAS	00 07 40.5 S	78 28 18.3 W
CARRETAS	00 07 40.5 S	78 28 18.3 W	2985	124.46	Parabolica	GUAMANÍ	00 19 11.4 S	78 11 31.5 W
SAN JUAN	00 12 24.0 S	78 30 40.0 W	2928	26.71	Parabolica	CARRETAS	00 07 40.5 S	78 28 18.3 W
REPÚBLICA	00 11 24.8 S	78 29 05.9 W	2855	11.98	Parabolica	CARRETAS	00 07 40.5 S	78 28 18.3 W
REPÚBLICA	00 11 24.8 S	78 29 05.9 W	2855	11.98	Parabolica	CARRETAS	00 07 40.5 S	78 28 18.3 W

COLLALOMA	00 07 00.16 S	78 28 17.00 W		20.298		SAN ANTONIO	00 01 35.24 S	78 26 16.82 W
COLLALOMA	00 07 00.16 S	78 28 17.00 W	2963	20.16	HP	SAN ANTONIO	00 01 35.24 S	78 26 16.82 W
MITAD DEL MUNDO	00 00 16.70 S	78 27 29.80 W	2557	144.01	HP	SAN ANTONIO	00 01 35.24 S	78 26 16.82 W
SAN ANTONIO	00 01 35.24 S	78 26 16.82 W	2409	204.45	HP	CARCELEN	00 05 15.69 S	78 27 58.69 W
COLLALOMA	00 07 00.16 S	78 28 17.00 W	2963	20.16	HP	SAN ANTONIO	00 01 35.24 S	78 26 16.82 W
MITAD DEL MUNDO	00 00 16.70 S	78 27 29.80 W	2557	144.01	HP	SAN ANTONIO	00 01 35.24 S	78 26 16.82 W
CARCELEN	00 05 03.77 S	78 27 51.51 W	2735	24.57	HP	SAN ANTONIO	00 01 35.24 S	78 26 16.82 W

ASNM_B_m	AZIMUT_B	ANTENA_B	DISTANCIA_Km	POTENCIA_dBm	POLARIZACIÓN	TX A MHz	TX B MHz	AB_MHz
2797	146.65	HP	0.29	10	V	14672.5	15092.5	7
2963	352.85	HP	0.52	16.9897	V	15162.5	14742.5	7
2962	41.22	HP	3.57	20	V	14742.5	15162.5	7
2805	8.15	HP	6.55	20	V	14627	15117	14
2772.78	103.82	HP	2.33	20	V	14868.5	15288.5	7
2659	268.62	HP	3.91	20	V	14889.5	15309.5	7
2740	123.19	HP	2.92	20	V	14529	15019	14
2824.41	1.76	HP	6.95	20	V	14840.5	15260.5	7
2959.34	249.22	HP	2.99	23.01029	V	15239.5	14819.5	7
2959.34	59.8	HP	3.87	23.01029	V	14791.5	15211.5	7
2409	200.16	HP	10.69	23.01029	V	7299.5	7138.5	28
2963	186.2	VHP	6.16	20	V	14658.5	15148.5	7
2956	325.42	HP	1.24	14.77121	V	14672.5	15092.5	7
2963	124.54	HPX-870	38.33	23.01029	V	7866.3	8177.62	29.65
3992	196.45	HPX8-70	52.24	23.01029	V	7299.5	7138.5	28
2963	124.54	HPX-870	38.33	23.01029	V	7807	8118.32	29.65
2956	253.01	HP	0.88	20	V	14805.5	15225.5	7
2962.3	355.6	HP	2.78	20	V	14700.5	15120.5	7
2956	119.02	HP	0.39	10	V	14532.5	14952.5	7
2930	18.86	P6-144D	18	20	V	14557	15047	7
2956	115.02	HP	13.67	20	V	14917.5	15337.5	7

2970	274.72	HP	3.74	20	V	15323.5	14903.5	7
2963	189.44	HP	12.34	23.01029	V	7212	7373	7
2963	201.81	HP	5.15	20	V	14994.5	14574.5	7
2956	173.27	HP	2.61	17.78151	V	14637.5	15057.5	7
2956	14.02	HP	33.12	23.01029	V	7184	7345	7
2962.3	355.6	HP	2.78	20	V	14700.5	15120.5	7
2824.41	1.76	HP	6.95	20	V	14840.5	15260.5	7
2956	253.01	HP	0.88	20	V	14805.5	15225.5	7
2409	200.16	HP	10.69	23.01029	V	7299.5	7138.5	28
2772.78	103.82	HP	2.33	20	V	14868.5	15288.5	7
2959.34	249.22	HP	2.99	23.01029	V	15239.5	14819.5	7
2959.34	59.8	HP	3.87	23.01029	V	14791.5	15211.5	7
2956	119.02	HP	0.39	10	V	14532.5	14952.5	7
3992	196.45	HPX8-70	52.24	23.01029	V	7355.5	7194.5	28
2956	173.27	HP	2.61	17.78151	V	14637.5	15057.5	7
2963	201.81	HP	5.15	20	V	14994.5	14574.5	7
2970	274.72	HP	3.74	20	V	15323.5	14903.5	7
2970	179.4	HP	20	23.9794	V	14602.5	15092.5	7
2956	53.39	HP	7.29	99999	V	14434.5	14924.5	7
4046	196.44	HP	52.32	23.9794	V	7498	7743	28
3184	232.56	HP	28.31	23.9794	V	7547	7792	14
2520	268.28	HP	16.89	20	V	15036.5	14546.5	7
2673	249.51	HP	6.38	20	V	15071	14571	7
2740	123.19	HP	2.92	20	V	14529	15019	14
2990	197.7	HP	7.8	23.01029	V	14784.5	15204.5	7
2805	8.15	HP	6.55	20	V	14627	15117	14
2900	171.42	HP03-144	1.2	20	V	15073.25	14583.25	7
2930	18.86	P6-144D	18	20	V	14515	15005	7
2835	76.08	HP03-144	1.97	20	V	15045.25	14555.25	7
2925	26.71	HSX4-71 (L)	9.75	23.01029	V	7659	7498	28
2844	260.44	Parabolica	1.54	99999	V	14935	14515	14
2923	31.41	Parabolica	4.07	99999	H	14529	14949	14
2501	197.83	Parabolica	8.56	99999	V	14508	14928	14
2825	178.28	Parabolica	2.96	99999	H	14508	14928	14

2828	159.44	Parabolica	3.05	99999	V	14522	14942	7
2886	110.37	Parabolica	3.9	99999	V	17721	18731	14
2853	339.37	Parabolica	3.11	99999	V	14507	14927	14
2843	326.88	Parabolica	3.52	99999	V	14522	14942	14
2877	6.69	Parabolica	6.29	99999	H	14865	15285	14
2985	11.18	Parabolica	180	99999	H	7401	7240	28
2889	4.38	Parabolica	5.18	99999	H	14515	14935	14
4260	304.46	Parabolica	38.43	99999	V	7247	7408	28
2845	114.19	Parabolica	2.46	99999	V	14543	14963	14
2803	126.93	Parabolica	4.06	99999	V	5755	5820	10
2893	3.02	Parabolica	4.21	99999	V	14601	15021	14
2916	15.67	Parabolica	4.55	99999	H	14920	15340	14
2919	20.71	Parabolica	4.21	99999	H	14613	15033	14
2919	20.71	Parabolica	4.21	99999	H	14892	15312	14
2782	135.29	Parabolica	3.83	99999	V	14550	14970	14
2501	197.83	VHP 0.6	8.56	22	H	8335	8445	14
2857	75.76	VHP2-77	2.06	16.9897	V	8354	8473	14
2889	4.38	VHP2-77	5.18	16.9897	V	8369	8488	14
2919	20.71	Parabolica	4.21	99999	H	7138.5	7299.5	28
2905	22.31	Parabolica	6.23	99999	H	14923.25	15343.25	14
2857	75.76	Parabolica	2.06	99999	V	14850	15270	14
2931	37.82	Parabolica	4.31	99999	V	14508	14928	7
2918	42.4	VHP 0.3	4.24	18	V	21934.5	23166.5	7
2852	20.76	HP6-71	4.2	16.02059	H	8301	8420	14
2970	20.72	VHP2-71	7.31	22.04119	H	8454	8335	28
2877	354.47	Parabolica	2.43	99999	H	14550	14970	14
2925	26.71	HSX4-71 (L)	9.75	23.01029	V	7659	7498	8
2985	191.98	Parabolica	7.08	99999	V	15131	14711	28
2985	11.18	Parabolica	180	99999	V	7694	7533	28
2985	11.18	Parabolica	180	99999	V	7641	7480	28
3100	229.971	Parabolica	33.954	99999	V	7477	7638	28
3100	229.971	Parabolica	33.954	99999	V	7145	7306	28
2985	191.98	Parabolica	7.08	99999	V	15159	14739	28
4260	304.459	Parabolica	37.69	99999	V	7170	7331	28

2985	206.71	Parabolica	9.75	99999	H	7449	7610	28
2985	191.98	Parabolica	7.08	99999	V	15243	14823	28
2985	191.98	Parabolica	7.08	99999	V	14977	14557	28

Tabla. 4.4. Lista de los enlaces recuperados por medio de *Frequency Manager* (a 1.5 Km de cercanía).

4.3 COMPROBACIÓN DE RESULTADOS

En esta sección se analiza y comprueba que los resultados expuestos por el Software sean coherentes y se expongan los datos que se esperan.

Parte de la comprobación comprende hacer una comparación entre los datos que se detallan en las salidas del Software (gráficas del espectro y de ubicación geográfica) y la información encontrada en la base de datos.

Adicionalmente podemos observar que las gráficas de ubicación geográfica de estaciones y enlaces generadas por *Frequency Manager* y *Pathloss* son iguales, lo que demuestra la fiabilidad del Software.

Otro aspecto importante en la comprobación de resultados es verificar que la polarización de reutilización del canal que se recomienda en el Software esté acorde a las condiciones de azimut con otros enlaces encontrados en la misma estación.

Del ejemplo mostrado anteriormente podemos aclarar los siguientes puntos:

Enlace URDESA CENTRAL – URDESA

- La distancia calculada por *Frequency Manager* (0.9755 Km) es muy similar a la calculada por *Pathloss* (0.98 Km), lo que comprueba la exactitud del Software para calcular la distancia del enlace.
- Los enlaces y los detalles mostrados en la gráfica del espectro de frecuencia son los correctos, en función de la información provista en la base de datos de enlaces.
- La gráfica de ubicación geográfica de enlaces y estaciones es igual a la provista por *Pathloss*.
- La lista de los enlaces considerados como posibles interferentes, provista por *Frequency Manager* es bastante más completa y exacta a la lista que se genera manualmente con la ayuda de los filtros de nombre de Excel.
- Los valores de los azimuts calculados para las antenas de las estaciones y provistos por *Frequency Manager* están muy cercanos a los que provee *Pathloss*.

Azimut – Pathloss (°)		Azimut - Frequency Manager (°)	
Urdesa	208.33	Urdesa	208.435
Urdesa		Urdesa	
Central	108.33	Central	108.435

Tabla. 4.5. Comparación de azimuts calculados por Pathloss y Frequency Manager

- La polarización recomendada por *Frequency Manager* cumple de acuerdo a las condiciones del azimut del enlace a implementarse en relación a los enlaces existentes en cada estación (separación mayor igual a 110°) y a la separación de las frecuencias centrales (mayor igual a 28 MHz).

Enlace COLLALOMA – SAN ANTONIO

- La distancia calculada por *Frequency Manager* (10.6937 Km) es muy similar a la calculada por *Pathloss* (10.65 Km), lo que comprueba la exactitud del Software para calcular la distancia del enlace.
- Los enlaces y los detalles mostrados en la gráfica del espectro de frecuencia son los correctos, en función de la información provista en la base de datos de enlaces.
- La gráfica de ubicación geográfica de enlaces y estaciones es igual a la provista por *Pathloss*.
- La lista de los enlaces considerados como posibles interferentes, provista por *Frequency Manager* es bastante más completa y exacta a la lista que se genera manualmente con la ayuda de los filtros de nombre de Excel.
- Los valores de los azimuts calculados para las antenas de las estaciones y provistos por *Frequency Manager* están muy cercanos a los que provee *Pathloss*.

Azimut – Pathloss		Azimut - Frequency Manager	
Collaloma	20.42	Collaloma	20.298
San Antonio	200.42	San Antonio	200.298

Tabla. 4.6. Comparación de azimuts calculados por Pathloss y Frequency Manager

- La polarización recomendada por *Frequency Manager* cumple de acuerdo a las condiciones del azimut del enlace a implementarse en relación a los enlaces existentes en cada estación (separación mayor igual a 110°) y a la separación de las frecuencias centrales (mayor igual a 28 MHz).

4.4 TABULACIÓN DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA

De los ejemplos analizados anteriormente se presenta la siguiente información, de forma que se puedan observar los resultados determinados por *Frequency Manager* en contraste con los resultados determinados por *Pathloss*.

Resultados con <i>Frequency Manager</i>				Resultados con <i>Pathloss</i>			
Enlace (A-B)	Distancia del enlace (Km)	Azimut (°)	Polarización	Enlace (A-B)	Distancia del enlace (Km)	Azimut (°)	Polarización
A: Urdesa central	0.9755	108.435	H o V	A: Urdesa central	0.98	108.33	H
B: Urdesa		208.435		B: Urdesa		208.33	
A: Collaloma	10.6937	20.298	H	A: Collaloma	10.65	20.42	H
B: San Antonio		200.298		B: San Antonio		200.42	

Tabla. 4.7. Comparación resultados calculados por Pathloss y Frequency Manager

4.5 ANÁLISIS DE LA PRECISIÓN DEL SOFTWARE EN CONTRASTE CON LOS CÁLCULOS DE LOS ENLACES YA EXISTENTES

De los ejemplos de los análisis para los enlaces mostrados anteriormente se procedió a calcular el porcentaje de error en los cálculos numéricos para cada variable (azimut, distancia) y de forma general para tener una concepción de la precisión del Software.

Cálculo del porcentaje de error en la distancia.

Enlace Urdesa Central – Urdesa:

$$\% _de_error = \frac{0.98 - 0.9755}{0.98} \times 100$$

$$\% _de_error = 0.46$$

Enlace Collaloma – San Antonio:

$$\% _de_error = \frac{10.65 - 10.6937}{10.65} \times 100$$

$$\% _de_error = 0.41$$

Cálculo del porcentaje de error en el azimut.

Enlace Urdesa Central – Urdesa:

Urdesa Central:

$$\% _de_error = \frac{108.33 - 108.435}{108.33} \times 100$$

$$\% _de_error = 0.096$$

Urdesa:

$$\% _de_error = \frac{208.33 - 208.435}{208.33} \times 100$$

$$\% _de_error = 0.05$$

Enlace Collaloma – San Antonio:

Collaloma:

$$\% _de_error = \frac{20.42 - 20.298}{20.42} \times 100$$

$$\% _de_error = 0.6$$

San Antonio:

$$\% _de_error = \frac{200.42 - 200.298}{200.42} \times 100$$

$$\% _de_error = 0.06$$

De los porcentajes de error en distancia, se puede identificar que el porcentaje de error más alto es inferior a 0.5 %, lo cual se considera completamente aceptable para el desempeño del Software.

En cuanto a los porcentajes de error en azimut, el valor más alto es de 0.6%, lo cual ratifica la exactitud y confiabilidad de los cálculos en el Software.

Adicionalmente, si observamos los valores de polarización que se recomiendan en el Software en contraste a los valores de polarización seleccionados para los enlaces, podemos notar que están en concordancia.

De esta forma podemos decir que en forma global, el Software es altamente confiable y se consideran muy precisos sus resultados.

CAPÍTULO 5

MANUAL DE USUARIO

La mayoría de los programas disponibles actualmente proveen ayuda y consulta respecto al funcionamiento de sus paquetes por medio de dos versiones: una versión digital a la que el usuario tiene acceso desde el Software y básicamente disponible una vez que se instala la aplicación; y una segunda versión impresa a la que el usuario tiene acceso sin la necesidad de instalar la aplicación o de contar con una PC.

Esto se debe a que, para promover la utilización y familiarización con el Software es importante brindar una ayuda concreta y adecuada de las formas más variadas y accesibles posibles.

5.1 VERSIÓN DIGITAL DEL MANUAL DE USUARIO

La versión digital del manual de usuario de “Frequency Manager” se ve traducida al archivo de ayuda disponible durante la ejecución del programa e independientemente desde el menú inicio una vez que está instalado el Software.

El archivo de ayuda contiene básicamente la misma información que el manual de usuario, pero la forma de presentación es diferente. El archivo de ayuda consiste en un ambiente que provee funcionalidad de búsqueda y de acceso rápido mediante hipervínculos y está disponible en un ambiente web.

El archivo de ayuda consiste en una utilidad más, disponible en el Software y que sirve como guía para el entendimiento y manejo de “Frequency Manager”.

La versión digital del manual se incluye en el paquete de instalación del Software y está disponible solamente luego de que se instale la aplicación.

5.2 VERSIÓN IMPRESA DEL MANUAL DE USUARIO

La versión impresa del manual de usuario servirá como información escrita, adicional al archivo de ayuda y que pretende dar conocimiento de “Frequency Manager” en caso de que no se cuente con una PC o con la versión digital del manual de usuario.

Esta versión del manual de usuario se adjunta al final del presente capítulo.

5.2.1 INTRODUCCIÓN

Bienvenidos a la primera versión del Frequency Manager, para búsqueda y administración de frecuencias en enlaces de micro onda.

Este es un Software diseñado para facilitar la tarea de búsqueda de frecuencias libres o posibles frecuencias reutilizables dentro de una banda o sub banda que el usuario seleccione.

La funcionalidad de Frequency Manager se basa en la utilización de una base de datos central que contiene información básica de todos los enlaces de micro ondas que se conoce, así como las coordenadas geográficas y nombres de las estaciones existentes. Además cuenta con otras bases de datos correspondientes a las características de los radios que emplea el proveedor del servicio en cuanto a las frecuencias que soportan y que están reglamentadas por la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones).

De esta forma Frequency Manager se convierte en una herramienta especializada para proveedores de servicios de micro ondas y que es altamente flexible ya que funciona con bases de datos, las cuales pueden ser actualizadas, cambiadas; etc a cualquier momento sin necesitar de actualizaciones de Software.

Mediante la utilización de este Software usted podrá acceder a herramientas como: Graficación del espectro de frecuencias entre dos puntos (estaciones) para verificar su disponibilidad, generación de reportes imprimibles de los resultados del análisis de disponibilidad del espectro, consulta de disponibilidad del espectro en una estación determinada, administración y búsquedas avanzadas en las bases de datos centrales, ubicación geográfica de enlaces y estaciones; etc.

Para soporte directo con nuestros desarrolladores no dude en comunicarse mediante los enlaces disponibles en la sección de “Soporte y recomendaciones”

Esperamos que esta herramienta le sea de utilidad y simplifique en gran medida su trabajo!

5.2.2 REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA

Para instalar y utilizar Frequency Manager usted debe cumplir con los siguientes requerimientos:

Tipo de Requerimiento	Detalle
Sistema Operativo	Windows 95, Windows 98, Windows 98 SE, Windows Me, Windows NT 4.0, Windows 2000, Windows XP, Windows 2003 Server. Recomendado: Windows XP.

Procesador	Procesador Pentium II o superior. Recomendado: Pentium 4.
RAM	128 MB. Recomendado: 256 MB.
Espacio libre en HDD	Aproximadamente 17 MB. (No se toma en cuenta el tamaño de las bases de datos).

Tabla. 5.1. Requerimientos del Sistema

Sección de interés:

INSTALACIÓN

5.2.3 INSTALACIÓN DEL PRODUCTO

En esta sección usted encontrará los pasos necesarios para instalar Frequency Manager en su PC.

5.2.3.1 Instalando Frequency Manager.

1. Asegúrese de que su computador cumpla con los requerimientos mínimos del sistema.
2. Introduzca el CD de instalación de *Frequency Manager* (el diálogo de instalación iniciará automáticamente).
3. En caso de que el CD no inicie automáticamente, explore el CD y haga doble click en el archivo *setup.exe*.
4. Siga las indicaciones provistas en los diálogos siguientes.

5.2.3.2 *Desinstalando Frequency Manager.*

1. En la barra de tareas de Windows, haga click en **Inicio** y luego en **Panel de Control**.
2. Haga doble click en **Agregar o quitar programas**.
3. De la lista desplegada seleccione *Frequency Manager*, y haga click en **Remove**.

Sección de interés:

REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA

5.2.4 ASPECTOS LEGALES

En esta sección se detallan los aspectos legales relacionados a la instalación, copia y utilización de *Frequency Manager*.

La información proporcionada en este documento es de carácter informativo y los desarrolladores del presente Software no proveen garantías ya sean explícitas o implícitas en este documento.

Las consecuencias del uso o de los resultados del uso de este documento recaen completamente sobre el usuario.

Copyright © 2006 Mauricio Barriga y Carlos Mosquera. Todos los derechos reservados.

END-USER LICENSE AGREEMENT



Frequency Manager

IMPORTANTE-LEA CUIDADOSAMENTE: La presente “EULA” (END-USER LICENSE AGREEMENT) es un acuerdo legal entre usted y los desarrolladores del Software “*Frequency Manager*”, el cual incluye Software de computadora y puede incluir medios asociados, medios impresos y documentación electrónica (“Software”). Una copia de este acuerdo debe incluirse en el Software. Si usted instala, copia o utiliza este Software, usted acepta los términos de este acuerdo. Si usted no acepta los términos de este acuerdo no instale, copie o utilice este Software.

1. Concesión de la licencia

Los desarrolladores de este Software conceden a usted los siguientes derechos siempre y cuando usted cumpla con los términos y condiciones especificados en esta “EULA”.

1.1 Software

(a) El presente Software, “*Frequency Manager*” se concede para uso único y exclusivo de **Siemens Ecuador S.A.** no se autoriza la redistribución, copia o utilización de este Software para personas ajenas a esta empresa u otras empresas, relacionadas o no con **Siemens Ecuador S.A.** (b) El Software se podrá instalar en un número indefinido de PCs siempre y cuando estas pertenezcan y estén bajo la responsabilidad de **Siemens Ecuador S.A.** No se permite la instalación del Software en PCs de uso personal ajenas a **Siemens Ecuador S.A.**

1.2 Bases de datos

(a) Las bases de datos incluidas en el Software quedan bajo la completa responsabilidad de **Siemens Ecuador S.A.** quienes decidirán sobre su utilización, copia y redistribución.

1.3 Reservación de derechos

Los desarrolladores del presente Software se reservan todos los derechos no explícitamente concedidos en esta “EULA”.

2. Copyright

El Software es de propiedad de los desarrolladores y está protegido por las leyes de copyright y cualquier otra ley aplicable. La copia de este Software ha sido concedida no vendida.

3. Terminación

Sin perjuicio a ningún otro derecho los desarrolladores pueden cancelar esta EULA si usted no cumple con los términos y condiciones especificados en esta EULA, en cuyo caso usted está obligado a destruir todas las copias y componentes de este Software que estén bajo su poder.

4. Otras restricciones

Usted no debe desensamblar, decompilar, o diseñar inversamente este Software excepto y únicamente cuando esté expresamente permitido por la ley aplicable.

5. Negación de garantías

Los desarrolladores del Software niegan cualquier obligación y condición en cuanto al servicio técnico y soporte en relación al Software. EL RIESGO DEL USO O DESEMPEÑO DEL SOFTWARE Y CUALQUIER SERVICIO DE SOPORTE QUEDA LIMITADO AL USUARIO.

6. Exclusión de daños incidentales, consiguientes y de otro tipo

EN NINGÚN TIPO DE EVENTO O CONDICIÓN LOS DESARROLLADORES SON RESPONSABLES DE NINGÚN DAÑO ESPECIAL, INCIDENTAL, INDIRECTO, PUNITIVO O CONSIGUIENTE EN

LO ABSOLUTO (INCLUYENDO PERO NO LIMITADO A DAÑOS POR: PÉRDIDA DE BENEFICIOS, PÉRDIDA DE INFORMACIÓN CONFIDENCIAL O DE CUALQUIER OTRO TIPO, DAÑOS PERSONALES, PÉRDIDA DE PRIVACIDAD, FRACASO EN CUMPLIR CUALQUIER TIPO DE OBLIGACIÓN (SEA DE BUENA FE O DE ATENCIÓN CONSIDERABLE), NEGLIGENCIA Y CUALQUIER OTRO PECUNIARIO O PÉRDIDA EN LO ABSOLUTO) OCASIONADO A PARTIR DE, O EN ALGÚN MODO RELACIONADO AL USO O INHABILIDAD DE USO DEL SOFTWARE O LOS SERVICIOS DE SOPORTE, O POR OTRO LADO RELACIONADO A ESTA EULA, ESTO A PESAR DE QUE LOS DESARROLLADORES FUERAN NOTIFICADOS DE LA POSIBILIDAD DE DICHOS DAÑOS.

7. Limitación de responsabilidades

Los desarrolladores no se hacen responsables por los daños de ningún tipo (incluidos, sin limitación, todos los daños señalados en el punto anterior y cualquier daño directo o general), por lo tanto, los desarrolladores no ofrecen ninguna responsabilidad monetaria o de cualquier otro tipo.

Marcas registradas

Windows 95, Windows 98, Windows 98 SE, Windows Me, Windows NT 4.0, Windows 2000, Windows XP, Windows 2003 Server, son marcas registradas de Microsoft Corporation.

Otros nombres de compañías actuales y nombres de productos deben ser marcas de fábrica o marcas de fábrica registrada de sus respectivos propietarios.

Mauricio Barriga y Carlos Mosquera.

Desarrolladores y propietarios de “*Frequency Manager*”

5.2.5 SOPORTE Y RECOMENDACIONES

En esta sección usted encontrará los contactos de nuestros desarrolladores para cualquier consulta y recomendación respecto a “*Frequency Manager*”.

Mauricio Barriga.

Carlos Mosquera.

mauricebar@yahoo.com

carlos.mosquera@siemens.com

5.2.6 TRABAJANDO CON FREQUENCY MANAGER

En esta sección usted encontrará la más completa guía para la utilización de nuestro Software.

Se incluyen los siguientes temas, que le ayudarán a familiarizarse con el Software y obtener los datos deseados:

- **Ingresando datos para el análisis de frecuencias entre dos estaciones.**
- **Graficando el espectro de frecuencias en dos estaciones.**
- **Resultados del análisis de disponibilidad de frecuencias entre dos estaciones.**
- **Ubicación geográfica de estaciones y enlaces.**
- **Consulta del espectro de frecuencias en una estación.**
- **Administración y búsquedas en bases de datos.**
- **Impresión de reportes.**
- **Acceso a la ayuda.**

5.2.6.1 Ingresando datos para la comprobación de frecuencias entre dos estaciones.

Cuando inicia *Frequency Manager* observará una pantalla igual a la siguiente:

The screenshot shows the 'Frequency Manager' software interface. At the top, there is a title bar 'CANALIZACIÓN DE FRECUENCIAS' and a menu bar with 'Añadir', 'Herramientas', 'Ayuda', and 'Salir'. Below the menu bar is a toolbar with icons for home, search, and help. The main area is divided into several sections: 'INGRESO DE DATOS' with input fields for 'Latitud A', 'Longitud A', 'Estación', 'Cliente', 'Latitud B', 'Longitud B', 'Estación', 'Cliente', 'Radio', 'AB(MHz)', and 'FREC (MHz)'; 'RECOMENDACIONES DISPONIBLES PARA EL EQUIPO' with a message 'PRIMERO DEBE SELECCIONAR UN RADIO'; and 'CANALES PARA LA RECOMENDACION SELECCIONADA' with a message 'SELECCIONE UNA RECOMENDACIÓN DE LA LISTA DE RECOMENDACIONES.' The Siemens logo is visible in the top right corner.

Figura. 5.1. Pantalla de Inicio

Esta es la pantalla principal, este será el punto de partida para el análisis de disponibilidad de una frecuencia entre dos estaciones. Además, desde aquí usted tendrá a disposición el acceso para las demás herramientas del Software, como:

- Consulta del espectro en una estación.
- Graficación del espectro en dos estaciones.
- Ingreso de nueva información a la Base de Datos.
- Administración y búsquedas avanzadas en Bases de Datos.
- Ayuda.

5.2.6.1.1 Selección de estaciones.

Para comprobar la factibilidad de realizar un nuevo enlace entre dos estaciones usted debe escoger primero las dos estaciones de las listas desplegadas de la parte superior, marcadas como: *Estación A* y *Estación B*. Automáticamente el Software ubicará en las casillas vecinas las correspondientes coordenadas geográficas de la estación seleccionada, así como la empresa/cliente al cual pertenece la estación.

En caso de no encontrarse la estación que usted desea en la lista (una estación nueva por ejemplo) usted deberá ingresar el Nombre que desee darle a la estación en la lista desplegable correspondiente.

Además deberá ingresar manualmente los datos de coordenadas geográficas (latitud y longitud) en las casillas correspondientes. Debe tomar en consideración el formato que debe emplear al momento de ingresar manualmente las coordenadas.

Para datos de latitud el formato a seguir es el siguiente:

00°15'36.23"S o

00 15 36.23 S

Hay que aclarar que debe ser muy estricto en el formato a seguir, ya que de ello depende la precisión del Software, caso contrario se desplegará un mensaje de error.

Para datos de longitud el formato a seguir es el siguiente:

78°15'36.23"W o

78 15 36.23 W

Usted puede emplear indistintamente letra minúscula o mayúscula para indicar la latitud o longitud, así como sus variantes en Inglés. Es decir, para especificar latitud norte, usted

puede escribir: 00 15 36.23 n o también 00 15 36.23 N. Para especificar longitud oeste, usted puede escribir: 78 15 36.23 W o 78 15 36.23 w o también 78 15 36.23 o también 78 15 36.23 O.

5.2.6.1.2 Selección del radio (equipo de comunicación) a emplear en el enlace.

Una vez seleccionadas las estaciones usted debe seleccionar un modelo de radio de la lista desplegable marcada como *Radio*. Dependiendo de la selección hecha, se presentará una lista de recomendaciones sobre canalización de frecuencias aceptadas por la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) para el radio seleccionado.

La lista de recomendaciones (en la parte inferior izquierda), que en un inicio se veía así:

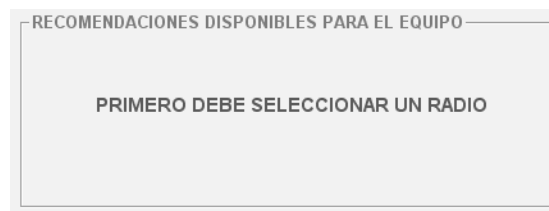


Figura. 5.2. Parte inferior izquierda de la pantalla inicial antes de seleccionar un radio

Pasará a llenarse de una forma similar a esta:

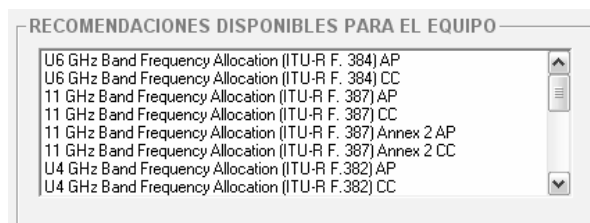


Figura. 5.3. Parte inferior izquierda de la pantalla inicial después de seleccionar un radio

5.2.6.1.3 Selección del ancho de banda (AB) a emplear en el enlace.

Es momento de especificar en la casilla marcada como *AB(MHz)* el ancho de banda que deseamos implementar tentativamente en nuestro enlace. Por favor recuerde que las unidades en las que debe escribir el dato son MHz. En caso de requerirse puntuación decimal, el único formato válido y aceptado es el punto (.).

5.2.6.1.4 Selección del canal (frecuencia) a emplear en el enlace.

Para seleccionar una frecuencia en donde realizar el enlace, usted debe escoger de la lista: *RECOMENDACIONES DISPONIBLES PARA EL EQUIPO* una recomendación haciendo click sobre la misma. Automáticamente en la parte superior derecha se le mostrará en detalle las características de la recomendación por usted seleccionada.

Antes de hacer click sobre una de las recomendaciones de la lista, la tabla *CANALES PARA LA RECOMENDACIÓN SELECCIONADA* se veía así:



Figura. 5.4. Sección para observar canales disponibles

Una vez seleccionada la recomendación se muestran los detalles, de esta forma:



Nº CANAL	FC (MHZ)	SHIFTER (MHZ)	ID (AP - CC)
1	10715	530	CC
2	10755	530	CC
3	10795	530	CC
4	10835	530	CC
5	10875	530	CC
6	10915	530	CC
7	10955	530	CC
8	10995	530	CC
9	11035	530	CC
10	11075	530	CC
11	11115	530	CC
12	11155	530	CC

Figura. 5.5. Sección para observar canales disponibles

Usted podrá identificar entonces el canal de frecuencia tentativo para su enlace, de acuerdo a las características presentadas. La lista de frecuencias de cada canal se habrá cargado en la lista desplegable marcada como *FREC (MHZ)* de donde usted podrá escogerla.

De esta forma se han seleccionado todos los parámetros necesarios: nombre y coordenadas geográficas de la estación A y B, modelo de radio a utilizar, ancho de banda del enlace, frecuencia central de TX, donde se desea implementar el enlace.

Ahora usted debe hacer click en el botón *CALCULAR* disponible en la parte inferior derecha en la sección de *Controles*.

Una vez finalizado el cálculo se le mostrará un aviso y aparecerá en negritas la distancia del enlace en cuestión.

Con estos datos está usted listo para graficar el espectro en las dos estaciones seleccionadas!

5.2.6.2 Graficando el espectro de frecuencias en dos estaciones

Una vez finalizado el cálculo, haga click sobre el botón *Dibujar Espectro* ubicado en la sección de controles. Se desplegará entonces la ventana de graficación, donde usted deberá ingresar los datos de graficación que desea obtener.

Básicamente son tres datos los que usted deberá ingresar para cada gráfica: Límite inferior de frecuencia (en MHz) donde quiere que inicie su gráfica para la estación en cuestión, Límite superior de frecuencia (en MHz) y la resolución del gráfico (mientras más alta, más exacta será la gráfica).

Ahora usted debe hacer click sobre el botón *Plot* y listo!. En este momento usted podrá observar un par de gráficas con los nombres, coordenadas, cliente/propietario de la estación y la distancia del enlace.

Un ejemplo de lo que usted podrá obtener es lo siguiente:

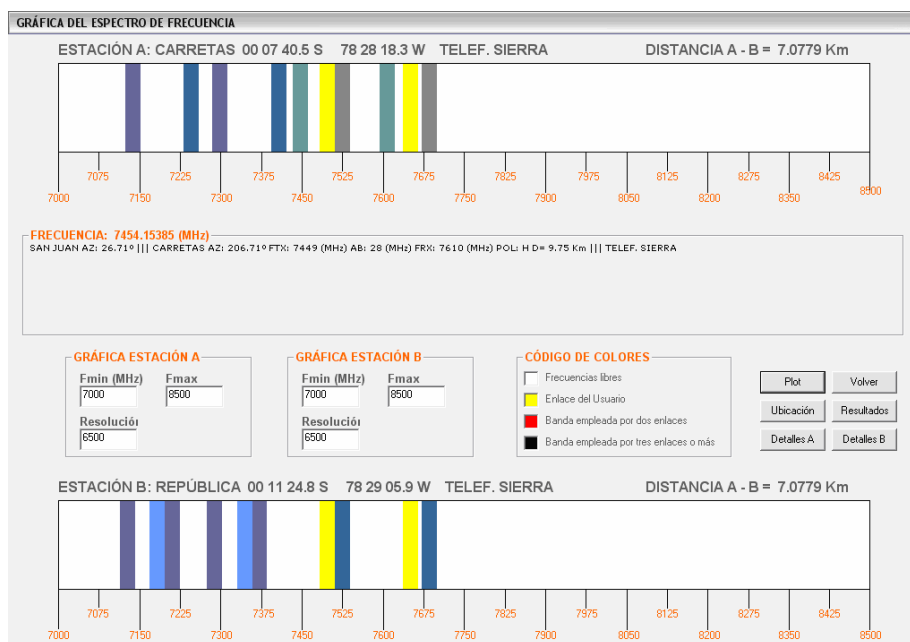


Figura. 5.6. Pantalla de Graficación del Espectro en las dos estaciones del enlace

Para obtener detalles de la gráfica usted puede mover el Mouse sobre el área del gráfico de cada estación y se le mostrará detalles de la frecuencia, y en caso de estar utilizada esa frecuencia por algún enlace se podrán obtener los detalles que identifican al enlace.

En las gráficas, se identifica con colores diferentes cada enlace. Se puede observar sin embargo que existen dos bandas pintadas con el mismo color; esto se debe a que para el mismo enlace se emplean dos frecuencias o canales, un canal de transmisión (TX) y otro de recepción (RX).

Existen colores especiales que solamente se observarán en ciertas condiciones. Estos colores, con su respectivo significado se muestran en la misma pantalla, en la sección *CÓDIGO DE COLORES*, a continuación presentamos una breve explicación:

- Frecuencias libres
- Enlace del usuario
- Banda empleada por dos enlaces.
- Banda empleada por tres enlaces o más.

El color blanco identifica las “Frecuencias libres” son aquellos espacios del espectro en los que no hay ningún enlace, es decir están por completo a disponibilidad del usuario para realizar nuevos enlaces.

El color amarillo siempre identificará el “Enlace del usuario” y se refiere a las características que acabamos de calcular para el nuevo enlace tentativo.

Con el color rojo podremos identificar una “Banda empleada por dos enlaces”, esto implica que un mismo espacio en frecuencia es utilizado por dos enlaces simultáneamente. Esto ayudará a identificar al usuario posibles zonas de interferencia.

Cuando exista una “Banda empleada por tres enlaces o más” se observará el color negro. Similarmente al caso anterior indica tres enlaces o más, que están empleando el

mismo espacio en frecuencia de forma simultánea. Esto implica que se debe tomar las debidas consideraciones para evitar interferencias.

Se advierte que el máximo número de enlaces simultáneos que se presentaran en la sección de detalles es de seis (6), lo cual es ya un caso crítico. Sin embargo, en caso de existir más de seis enlaces simultáneos estos sí se tomarán en cuenta para el análisis de resultados y disponibilidad y se presentarán en los detalles de cada estación, así como en la gráfica de ubicación geográfica de estaciones y enlaces.

Queda claro entonces, que la limitación de mostrar el detalle de máximo seis enlaces simultáneos se da solamente en el caso de la gráfica del espectro y se debe meramente a limitaciones de espacio en la pantalla.

Con la ayuda de esta gráfica, el usuario podrá identificar rápidamente las posibles zonas con riesgo de interferencias o las posibles zonas donde ubicar el nuevo enlace. Sin embargo se recomienda no basar su decisión solamente en esta gráfica, existen más herramientas que le ayudarán a usted a tomar una decisión acertada. Puede emplear la ventana de resultados y la gráfica de ubicación geográfica de estaciones y enlaces para tener una idea más completa del entorno en el cual desea implementar su nuevo enlace.

En esta pantalla podrá usted encontrar otras herramientas de utilidad:

- Los botones *Detalles A* y *Detalles B* muestran la lista completa de enlaces encontrados en la estación correspondiente. Esto incluye todos los detalles del enlace conocidos en la base de datos central, además de incluir una columna indicando el color con el que fue graficado ese enlace. De esta forma usted consigue información precisa que le ayudará a ubicar los enlaces rápidamente.
- *Ubicación geográfica*, que se emplea para mostrar una gráfica (en base a las coordenadas geográficas de las estaciones) de las estaciones involucradas en el nuevo enlace, los enlaces que poseen y los detalles de los enlaces existentes.

- Por último el botón *Resultados* procede a realizar el análisis de disponibilidad del canal de frecuencia seleccionado por el usuario (y de todos los demás canales especificados en Recomendación de Canalización seleccionada por el usuario en la primera pantalla) para el nuevo enlace.

5.2.6.3 Resultados del análisis de disponibilidad de frecuencias entre dos estaciones.

En esta sección usted encontrará información adecuada para entender e interpretar los datos desplegados en esta sección y que son accesibles únicamente desde la pantalla de *Gráfica del espectro de Frecuencia* en dos estaciones.

En esta pantalla usted encontrará cuatro secciones que le ayudarán a tomar una decisión respecto a la posibilidad de realizar el enlace en la frecuencia deseada.

La pantalla que usted podrá observar será similar a la siguiente:

RESULTADO DEL ANALISIS

LA BANDA SELECCIONADA POR EL USUARIO YA ESTÁ UTILIZADA POR OTRO(S) ENLACES(S).

RECOMENDACIÓN: U7 GHz Band Frequency Allocation (ITU R F. 385 Annex 1) CC

DISPONIBILIDAD DE CANALES

Nº CANAL	FC (MHZ)	SHIFTER (MHZ)	ID (AP - CC)	ESTADO	POL/RJ
1	7442	154	CC	Ocupado	H V
2	7470	154	CC	Ocupado	H V
3	7490	154	CC	Ocupado	H V
4	7520	154	CC	Ocupado	H V
5	7554	154	CC	Ocupado	H V

RANGOS DE FRECUENCIAS LIBRES

LÍMITE INFERIOR (MHz)	LÍMITE SUPERIOR (MHz)
7422.025	7434.875
7463.025	7511.875
7540.025	7595.975
7624.025	7672.975
7701.025	8399.95

DETALLES DE LOS ENLACES INTERFERENTES EN LA ESTACIÓN A:

ESTACIÓN A	LATITUD A	LONGITUD A	A.S.N.M. A (m)	AZMUT A (°)	ANTENA A	ESTACIÓN B	LATITUD B
[Empty table body]							

DETALLES DE LOS ENLACES INTERFERENTES EN LA ESTACIÓN B:

ESTACIÓN A	LATITUD A	LONGITUD A	A.S.N.M. A (m)	AZMUT A (°)	ANTENA A	ESTACIÓN B	LATITUD B
[Empty table body]							

Figura. 5.7. Pantalla de Presentación de Resultados

Las cuatro secciones que usted encontrará son las siguientes:

- **DISPONIBILIDAD DE CANALES.**
- **RANGOS DE FRECUENCIAS LIBRES.**
- **DETALLES DE LOS ENLACES INTERFERENTES EN LA ESTACIÓN A.**
- **DETALLES DE LOS ENLACES INTERFERENTES EN LA ESTACIÓN B.**

En la parte superior de la pantalla, se muestra en color rojo un indicativo del estado del canal seleccionado por el usuario, este indicativo le informa estrictamente si ese canal está completamente libre o ya está utilizado por uno o varios enlaces. En caso de que el canal ya esté empleado usted debe verificar la posibilidad de reutilización de dicho canal.

5.2.6.3.1 Disponibilidad de canales.

En esta sección (ubicada en la parte superior izquierda) usted podrá verificar los detalles de los canales existentes en la recomendación especificada (Nº de canal, Frecuencia, Shifter, indicador de tipo: AP o CC), también se le indicará el estado inicial de cada canal (LIBRE U OCUPADO) y además podrá verificar la posibilidad de reutilización de cada canal.

En caso de que el canal esté completamente libre, la columna que le indica la posibilidad de reutilización (POL RU) estará en blanco, ya que no tiene caso la reutilización.

En caso de que el canal esté ocupado, en la columna POL RU usted podrá tener dos posibilidades de información:

- La primera es que se le indique la polarización en la que usted podría reutilizar dicho canal (H para horizontal y V para vertical). Puede ser que tenga una de las dos o ambas, dependiendo de las condiciones dadas.
- La segunda posibilidad es que no sea posible la reutilización del canal en cuestión, caso en el que la columna POL RU indicará “N/A” (not available).

5.2.6.3.2 Rangos de frecuencias libres.

Esta sección (ubicada en la parte superior derecha) usted encontrará un detalle de los espacios en frecuencia, dentro de los límites especificados por la recomendación seleccionada, que están completamente libres y por tanto a disposición del usuario.

Estos son datos informativos que ayudarán al usuario a tener una mejor perspectiva de las posibles frecuencias donde hacer nuevos enlaces entre las dos estaciones en cuestión.

5.2.6.3.3 Detalles de los enlaces interferentes en la estación A, detalles de los enlaces interferentes en la estación B.

Estas dos secciones (ubicadas en la parte inferior) son muy similares e indican todos los enlaces que interfieren en algún grado cada canal de frecuencia especificado en la recomendación seleccionada.

Para obtener los detalles, usted deberá escoger el número de canal que desea analizar de la lista desplegable marcada como “Nº Canal” que está ubicada justo sobre esta sección, en la parte derecha.

Una vez que seleccione un canal de la lista, las secciones mencionadas se verán de esta forma:

-Nº Canal-
1

DETALLES DE LOS ENLACES INTERFERENTES EN LA ESTACIÓN A:

ESTACIÓN A	LATITUD A	LONGITUD A	A.S.N.M. A (m)	AZIMUT A (°)	ANTENA A	ESTACIÓN B	LATITUD B
REPÚBLICA	00 11 24.8 S	78 29 05.9 W	2855	11.98	Parabolica	CARRETAS	00 07 40.5 S

DETALLES DE LOS ENLACES INTERFERENTES EN LA ESTACIÓN B:

ESTACIÓN A	LATITUD A	LONGITUD A	A.S.N.M. A (m)	AZIMUT A (°)	ANTENA A	ESTACIÓN B	LATITUD B
REPÚBLICA	00 11 24.8 S	78 29 05.9 W	2855	11.98	Parabolica	CARRETAS	00 07 40.5 S

Figura. 5.8. Enlaces interferentes por estación

Esto significa que el canal 1 tiene enlaces en esa frecuencia sólo en la estación A y sus detalles se indican en la tabla.

Con toda esta información presentada, usted podrá hacer análisis propios, en caso de requerirlo, y tomar una decisión de una frecuencia tentativa y probable para realizar el nuevo enlace entre las dos estaciones.

Hay que aclarar que este Software por sí solo no puede servir como base de decisión para implementar en forma práctica un enlace, simplemente provee una ayuda para ubicar de forma sencilla y rápida, las posibles frecuencias en las que se puede montar el enlace. Existe otro tipo de Software especializado que está orientado a comprobar parámetros de potencia, radiación, interferencia; etc y que le ayudarán a tomar una decisión definitiva al respecto.

5.2.6.4 Consulta del espectro de frecuencias en una estación.

En esta sección se presenta una guía para que usted pueda aprovechar esta herramienta para conocer el estado de utilización del espectro de frecuencias en una estación dada.

Para acceder a esta herramienta usted puede hacer click en el botón *Consultar estación* ubicado en la pantalla principal, o dirigirse a la barra de tareas ubicada en la misma pantalla, en la sección de *Herramientas* y seleccionando *Consulta de estaciones*.

La pantalla que usted observará a continuación será la siguiente:

Figura. 5.9. Consulta de la utilización del espectro en una estación

Los pasos que usted debe seguir para conseguir una gráfica y detalles de los enlaces existentes en una estación son los siguientes:

- **Ingresar un radio de cobertura en la casilla *Radio (Km)*.** Este dato se utiliza para recuperar la lista de enlaces que se consideran parte de o interferentes con una estación. La forma como funciona este valor es que, dada la estación seleccionada, se marca una circunferencia con el radio ingresado, y se calculan las distancias con todas las estaciones existentes en la base de datos. Las estaciones que se encuentren dentro o en límite exacto de la circunferencia se toman en cuenta para la gráfica del espectro y para la lista de enlaces.
- **Límites superior e inferior (en MHz).** Estos parámetros funcionan igual que en la pantalla de *Gráfica del espectro en dos estaciones* y sirve para limitar el espacio en frecuencia que se desea graficar. Usted podrá cambiar estos valores cada vez que lo desee y volver a graficar el espectro con *Plot*.

- **Resolución.** Este parámetro sirve para controlar la calidad del gráfico obtenido.

Una vez que ha ingresado los datos requeridos, se hará visible una lista desplegable con todos los nombres de estaciones existentes en la base de datos central.

Cada vez que usted escoja una estación, la lista de detalles se actualizará y se mostrará un indicativo del cliente/propietario de la estación.

Cuando esté listo para graficar el espectro, simplemente haga click en *Plot*, a continuación podrá observar la gráfica requerida.

5.2.6.5 Ubicación geográfica de estaciones y enlaces,

Esta utilidad está disponible desde la pantalla de graficación del espectro de frecuencias entre dos estaciones y se emplea para obtener una gráfica de la ubicación de las estaciones entre las cuales se plantea el nuevo enlace (y de las estaciones “cercanas”), así como de los enlaces que poseen.

Esta herramienta es de gran utilidad al momento del análisis ya que se puede observar la distribución de los enlaces de las estaciones para así tener un mejor criterio al momento de la selección de una banda para el nuevo enlace.

Esta herramienta presenta ciertas facilidades para que el usuario obtenga la mayor información posible y se obtenga una idea clara acerca del estado de utilización de frecuencias de acuerdo a los enlaces y la ubicación geográfica de sus estaciones.

Entre las facilidades encontradas tenemos:

- ***Zoom para la gráfica.***

Con esta función usted podrá aumentar o disminuir el tamaño de la gráfica mostrada cada vez que haga click sobre la misma. Para determinar si desea aumentar o disminuir el tamaño de la gráfica primero debe hacer click sobre uno de los botones de la sección zoom (+/-). Por defecto, cada vez que haga click sobre la gráfica (si no ha presionado antes los botones + o -) esta aumentará de tamaño.

- ***Reestablecimiento de la escala original de la gráfica.***

Al presionar el botón de *Restaurar escala* el dibujo se vuelve a mostrar en la escala original, tal como se mostró al inicio de la utilidad. Es decir si usted ha hecho un zoom de la gráfica, este se perderá y la gráfica se reestablecerá como estaba al inicio.

- ***Indicación de detalles de los enlaces de acuerdo al posicionamiento del Mouse.***

Mientras usted mueve el Mouse sobre el área de graficación se mostrarán detalles de acuerdo al área que apunte. Así usted observará la lista de enlaces existentes entre dos estaciones, una etiqueta con el nombre de la estación que apunte o con el nombre del enlace (por ej. Carretas – Sto. Domingo).

- ***Botones para la navegación sobre la gráfica (movimiento de la gráfica en la pantalla).***

Para obtener mejor detalle visual de una sección de la gráfica, además de las funciones de zoom, usted podrá mover la gráfica en cuatro direcciones, de forma que siempre pueda tener en pantalla la sección de interés para usted.

- ***Indicación del azimut de las antenas en las estaciones donde se planea el nuevo enlace.***

Se muestran dos etiquetas con el valor de azimut que deberá tener la antena de cada estación para la implementación del enlace que se analiza ese momento.

- **Discriminación de los enlaces (y detalles de los enlaces) presentados en la gráfica de acuerdo a la banda en la que planea el nuevo enlace.**

En la parte inferior de los controles usted tendrá dos botones: *Todos los enlaces* y *Sólo banda actual*, con los cuales usted podrá controlar qué enlaces se muestran en la gráfica y los detalles que se muestran en la sección de *Detalles*. Por defecto se presentan en la gráfica todos los enlaces existentes en las dos estaciones que se analiza ese momento y entre las cuales se planea el nuevo enlace.

Si usted desea ver solamente los enlaces que están en la misma banda de frecuencia que el enlace que planea implementar, entonces haga click en el botón *Sólo banda actual*, si nuevamente desea ver todos los enlaces existentes, haga click en el botón *Todos los enlaces*.

Un ejemplo de la pantalla de esta utilidad y la forma como se mostrará la información es la siguiente:

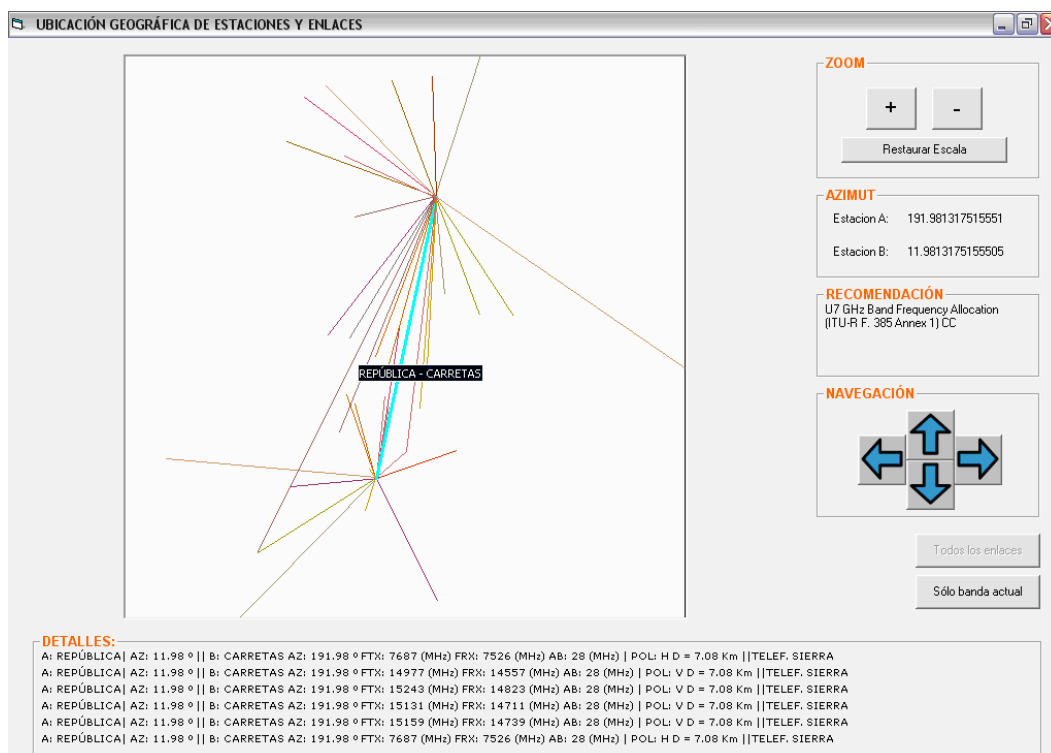


Figura. 5.10. Gráfica de la ubicación geográfica de las estaciones

5.2.6.6 Impresión de reportes.

Esta es una utilidad que se proporciona como complemento a las utilidades de “Administración y búsquedas avanzadas en bases de datos” y “Verificación de resultados y análisis” y se emplea para presentar en pantalla una vista preliminar de un documento con la información detallada de los datos manipulados en la utilidad respectiva. Adicionalmente, este documento se puede imprimir, copiar, imprimir a un archivo; etc.

5.2.6.7 Administración y búsquedas avanzadas en bases de datos.

Aquí encontrará información valiosa sobre como manipular las bases de datos existentes y cómo hacer búsquedas avanzadas para poder recuperar los datos que usted requiera.

Para acceder a esta herramienta, desde la pantalla principal, debe hacer click en el botón *Administrar DB* o a su vez, en el menú, escoger la opción de *Herramientas* y seleccionar *Administración de Bases de Datos*.

La pantalla que observará a continuación es la siguiente:

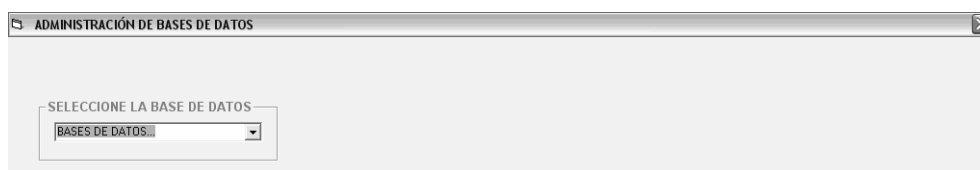


Figura. 5.11. Pantalla de acceso a administración de bases de datos

De la lista desplegable presentada, usted deberá escoger una de las bases de datos que desea manipular. Una vez echa la selección, aparecerá automáticamente una casilla de autenticación pidiéndole que ingrese la contraseña de administración para poder acceder a las bases de datos.

Si usted ha ingresado correctamente la contraseña, entonces se desplegará en la ventana, la base de datos seleccionada y las herramientas de búsqueda.

Básicamente existen dos tipos de bases de datos que usted podrá administrar:

- Base de datos de los enlaces micro ondas.
- Cuatro bases de datos sobre recomendaciones de canalización, una para cada modelo de radio empleado por Siemens Ecuador. S.A. para montar los enlaces.

5.2.6.8 Base de datos de enlaces.

La pantalla que se presentará para esta base de datos es la siguiente:

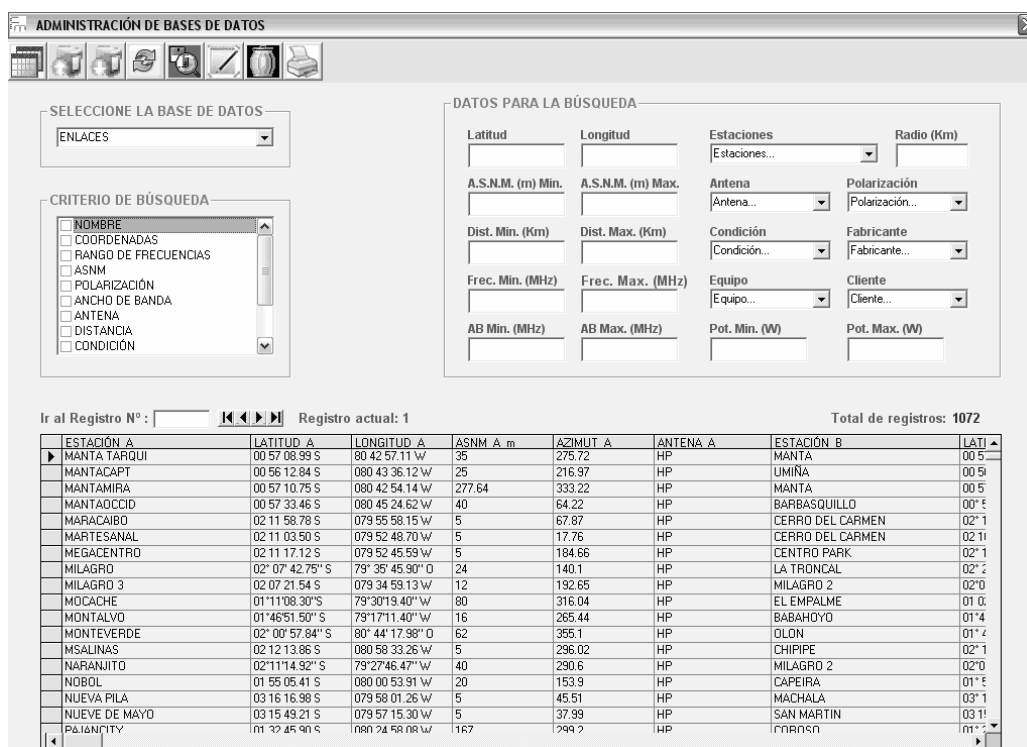


Figura. 5.12. Bases de datos

Usted puede encontrar cuatro secciones importantes para esta base de datos y son:

5.2.6.8.1 Criterio de búsqueda.

Esta sección se emplea para escoger los criterios que desea incorporar en una búsqueda. La forma de inclusión de dichos criterios se da dentro de un ‘AND’ lógico entre todos los criterios que usted escoja. Por ejemplo, si usted escoge el criterio de *Nombre y Polarización*, los resultados de la búsqueda deberán cumplir con los parámetros seleccionados en las casillas de “*Nombre de la estación*” y de la lista desplegable de “*Polarización*”

5.2.6.8.2 Datos para la búsqueda.

En esta sección usted debe llenar los parámetros que desea que cumplan los criterios de búsqueda seleccionados anteriormente.


5.2.6.8.3 Botones de herramientas.

Mediante los botones de la barra de herramientas, usted selecciona la acción que desea ejecutar.

5.2.6.8.4 Malla de datos y controles de navegación.

La malla de datos contiene toda la información sobre los enlaces y cambia de acuerdo a las búsquedas que usted solicite. Sirve para presentar los datos en pantalla.

Los controles de navegación están ubicados justo sobre la malla de datos y sirven para que usted se pueda desplazar fácilmente sobre ella. Usted tiene la posibilidad de moverse al primer registro, al registro anterior, al próximo registro y al último registro con la ayuda de estos botones:

 , donde la etiqueta de “*Registro actual*” le indicará la posición en la que se encuentra dentro de la malla de datos.

Para desplazarse inmediatamente a un número de registro específico, usted puede emplear la casilla de los controles de navegación:

Ir al Registro N° : , en donde usted deberá escribir el número del registro al que desea desplazarse y presionar la tecla **Enter**.

Adicionalmente, usted podrá conocer el número total de registros presentes en la malla de datos con la etiqueta: **Total de registros: 1072** .

5.2.6.8.5 Botones disponibles en la barra de herramientas.

De la barra de herramientas usted podrá escoger una de las siguientes acciones para ejecutar: Aclarando que todas estarán disponibles y funcionarán para el mismo propósito en cualquiera de las bases de datos que usted decida manipular.

- **Mostrar datos en Grid.**

Esta utilidad está diseñada especialmente para la base de datos de enlaces micro ondas, aunque también está disponible en las demás bases de datos de recomendaciones. Se emplea para mostrar los mismos datos que están en la malla de datos, la diferencia es que en este grid usted tendrá la libertad de copiar las celdas que desee, de forma manual, mediante la selección con el mouse. Adicionalmente se quitan los caracteres separadores en el formato de las coordenadas geográficas y se los reemplaza con espacios, esto por motivos de compatibilidad en el formato con otros programas de análisis.

De esta forma, usted podrá obtener datos como los siguientes:

CARRETAS 00 07 40.5 S 78 28 18.3 W

CARRETAS 00 07 40.5 S 78 28 18.3 W

REPÚBLICA 00 11 24.8 S 78 29 05.9 W

SAN JUAN 00 12 24.0 S 78 30 40.0 W

ILUMBISÍ 00 13 03.0 S 78 28 17.0 W

ILUMBISÍ 00 13 03.0 S 78 28 17.0 W

ILUMBISÍ 00 13 03.0 S 78 28 17.0 W

que podrán ser copiados directamente a texto o a una hoja de cálculo de Excel.

- **Importar datos.**

Esta herramienta se emplea para recuperar datos de una hoja de cálculo en Excel y guardarlos en la base de datos actual.

Hay que aclarar que los datos se podrán importar a la base de datos actual, siempre y cuando cumplan con el formato debido, de lo contrario se mostrará un mensaje de error y no se importarán los datos.

Al hacer click sobre este botón, usted observará una pantalla como la siguiente:

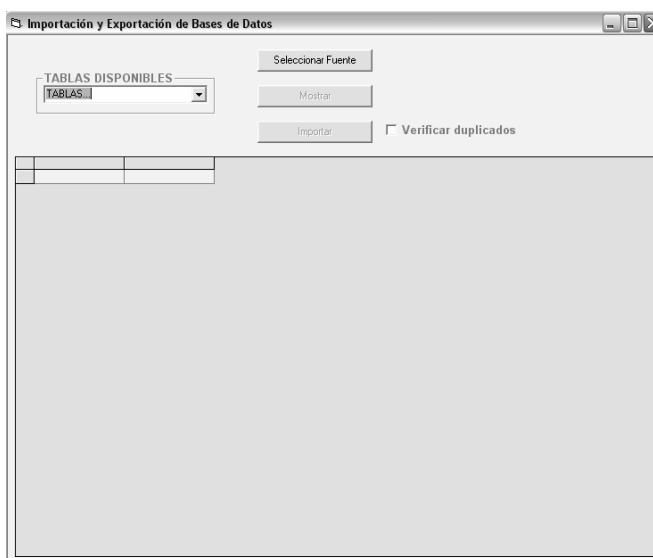


Figura. 5.13. Importación y exportación de bases de datos

Donde usted podrá escoger el archivo de donde desea recuperar los datos, y luego podrá seleccionar una de las tablas existentes en la Hoja de Cálculo. A continuación se mostrarán los datos en la malla antes de que los pueda cargar para verificar que estén correctas.

Una vez seguro de haber escogido la base correcta, puede importarla con el botón *Importar*.

- ***Exportar datos.***

Mediante esta herramienta usted puede exportar los datos disponibles en la malla de datos para poder manipularlos en Excel o en un archivo de texto.

Usted podrá escoger entre dos formatos para exportar los datos: CSV (Comma Separated Values) o Excel.

Si usted elige formato para Excel, automáticamente se abrirá un nuevo archivo de Excel en donde se copiarán automáticamente los datos que se presentan en la malla de datos.

Si usted elige el formato CSV, el Software le pedirá que ingrese un nombre de archivo y se guardarán los datos utilizando un (TAB) como separador y los podrá recuperar en cualquier programa para texto u hoja de cálculo.

- **Mostrar todos.**

Al presionar este botón, los datos presentados en todas las listas desplegadas y en la malla de datos se actualizarán. De igual forma, en caso de que haya tenido datos recuperados de una búsqueda, éstos desaparecerán de la malla de datos y en ella se mostrarán todos los registros existentes en la base de datos.

- **Buscar.**

Con este botón se ejecuta la búsqueda, bajo los criterios y parámetros por usted seleccionados anteriormente en las secciones respectivas.

- **Añadir.**

Este botón se emplea para añadir un registro nuevo de un enlace (en caso de estar manipulando la base de datos de los enlaces) o una nueva recomendación sobre canalización de frecuencias (en caso de estar manipulando una base de datos de recomendaciones).

- **Borrar.**

Con este botón se elimina automáticamente el registro actual (señalado en la malla de datos) y no se podrá recuperar de ninguna forma una vez eliminado, por lo tanto se recomienda PRECAUCIÓN en su utilización.

5.2.6.8.6 Ingreso de nueva información a la Base de Datos.

En esta sección se explica detalladamente como usted puede añadir nueva información a las bases de datos existentes.

Existiendo, como se ha explicado dos tipos básicos de bases de datos, usted podrá añadir nueva información a ambas, pero aclarando que será de manera distinta (debido a los diferentes tipos de datos empleados) para así brindarle mayor comodidad.

5.2.6.8.6.1 Ingreso de nueva información a las bases de datos de recomendaciones.

Debido a que el formato y estructura de la información para esta base de datos se asemeja más a una hoja de cálculo que a una base de datos, la forma más rápida y eficiente de añadir nuevas recomendaciones es emplear una Hoja de Cálculo de Excel para ingresar los datos (en el formato adecuado) y luego importar dicha información a cualquiera de las bases de datos sobre recomendaciones con la ayuda de la herramienta de *“Importar datos”* disponible en la utilidad de *“Administración y búsqueda en bases de datos”*

El formato que usted deberá seguir y que es ineludible para el correcto funcionamiento del Software es el siguiente:

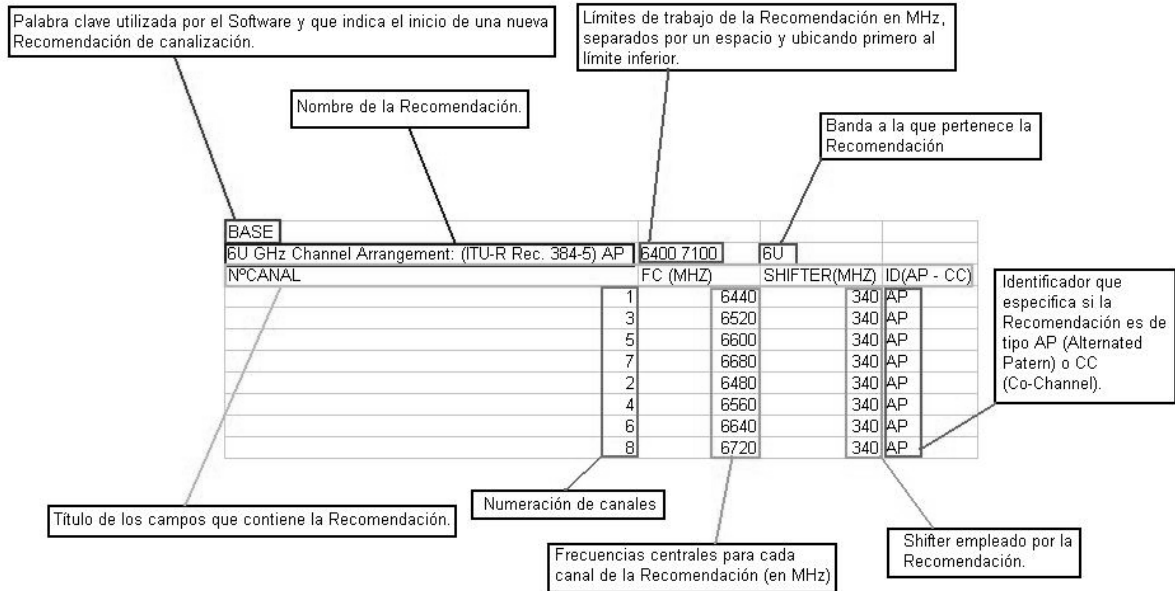


Figura. 5.14. Descripción de las bases de datos

De esta forma, usted guardará el archivo en Excel con la nueva o nuevas recomendaciones que desee añadir al equipo y lo importará con la utilidad antes mencionada.

Como ejemplo del formato que usted debe seguir, presentamos a continuación una tabla que contiene dos nuevas recomendaciones que se desean incorporar a la base de datos.

BASE			
11U GHz Band Frequency Allocation (ITU-R F. 387) Annex 2 AP		10500 12000	11U
N°CANAL	FC (MHZ)	SHIFTER(MHZ)	ID(AP - CC)
1	10735	490	AP
3	10815	490	AP
5	10895	490	AP
7	10975	490	AP

9	11055	490	AP
11	11135	490	AP
2	10775	490	AP
4	10855	490	AP
6	10935	490	AP
8	11015	490	AP
10	11095	490	AP
12	11175	490	AP
BASE			
13L GHz Channel Arrangement: (ITU-R Rec. 497-4 Annex 1) AP	12750 13250	13L	
N°CANAL	FC (MHZ)	SHIFTER(MHZ)	ID(AP - CC)
1	12779	266	AP
3	12835	266	AP
5	12891	266	AP
7	12947	266	AP
2	12807	266	AP
4	12863	266	AP
6	12919	266	AP
8	12975	266	AP

Tabla. 5.2. Ejemplo bases de datos de recomendaciones.

Esta es la forma tal como usted deberá ingresar los datos en Excel para que se importen con éxito a la base de datos.

5.2.6.8.6.2 Ingreso de nueva información a la base de datos de enlaces.

Aunque usted puede ingresar nueva información a la base de datos de enlaces por medio de la utilidad de *“Importar datos”*, de forma similar a la explicada en la sección anterior, se recomienda que se la emplee cuando necesite añadir un gran número de enlaces.

Para el caso que desee ingresar uno o pocos enlaces a la base de datos, se recomienda que utilice la utilidad de *“Nuevo enlace”* disponible en la opción de *“Añadir”* del menú de

la pantalla principal. También puede acceder a esta utilidad desde la pantalla de “*Administración y búsquedas avanzadas en bases de datos*” haciendo click en el botón “*Añadir nuevo enlace*” de la barra de herramientas.

Como esta es una utilidad disponible sólo para personas autorizadas usted deberá acceder a los permisos por medio de la clave otorgada.

En caso de estar ubicado en la pantalla de “*Administración y búsquedas avanzadas en bases de datos*” no será necesario que vuelva a ingresar la contraseña ya que debió haberla ingresado anteriormente para acceder a esta pantalla.

En el caso que acceda a esta utilidad desde la pantalla principal sí será necesario que ingrese la clave respectiva, por lo que inmediatamente aparecerá una ventana emergente similar a la siguiente:



Figura. 5.15. Pantalla de ingreso de password

Una vez que usted sea autenticado, entonces aparecerá la siguiente pantalla:

The screenshot shows a software window titled "Añadir nuevo enlace a la Base de Datos". It contains the following fields and controls:

- Parámetros específicos de la estación A:**
 - Nombre de la estación A: Estación A...
 - Latitud: []
 - Longitud: []
 - A.S.N.M (m): []
 - Azimut (°): []
 - Antena: Tipo de Antena...
- Parámetros específicos de la estación B:**
 - Nombre de la estación B: Estación B...
 - Latitud: []
 - Longitud: []
 - A.S.N.M (m): []
 - Azimut (°): []
 - Antena: Tipo de Antena...
- Parámetros globales del enlace:**
 - Distancia (Km): []
 - Potencia (W): []
 - Frec. TX (MHz): []
 - Frec. RX (MHz): []
 - AB (MHz): []
 - Polarización: Polarización...
 - Condición: Condición actual...
 - Fabricante: Fabricante del equipo...
 - Equipo: Modelo del equipo...
 - Cliente: Cliente...

Buttons: "Añadir" and "Mostrar ODU".

Figura. 5.16. Pantalla de ingreso de información a base de datos

En esta pantalla usted podrá seleccionar los datos que desea a partir de las listas desplegables y para el caso de datos específicos como frecuencia, ancho de banda, distancia del enlace; etc usted deberá ingresar el dato manualmente.

Una vez que haya llenado todos los campos de información haga click en el botón “*Añadir*” para que la información se guarde en la base de datos. En caso de existir algún problema de formato o de campos no ingresados, el Software le dará avisos de en qué campos existen errores. El registro no se guardará en la base de datos a menos que todos los campos hayan sido ingresados correctamente.

Si desea verificar la existencia del registro ingresado en la base de datos, puede buscar al final de la base de datos, siempre se insertará como último registro (tome en cuenta que si está en la utilidad de administración de la base de datos, deberá hacer antes, click en “*Mostrar todos*” para que la malla de datos se actualice con la nueva información!).

5.2.6.9 Ayuda.

Para acceder al presente archivo de ayuda, basta que usted presione la tecla F1 en cualquier momento, mientras está ejecutando el *Frequency Manager* o buscar en el menú de la pantalla principal la opción de “Ayuda” y seleccionar “Ver archivo de ayuda”.

En este archivo de ayuda usted puede encontrar toda la información básica necesaria para utilizar el *Frequency Manager* y obtener los resultados que estaba esperando para ahorrar tiempo en la implementación de sus enlaces de micro ondas.

Para ver los contenidos propuestos en este archivo de ayuda, por favor haga click en la viñeta de “Contenidos” en la parte superior.

Si desea ver el índice con los temas más sobresalientes en la presente ayuda, por favor haga click en la viñeta de “Índice” disponible en la parte superior.

Por último, si desea hacer una búsqueda con la o las palabras que desea encontrar en el archivo de ayuda, por favor haga click en la viñeta de “Búsqueda”.

CAPÍTULO 6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

Una vez concluido el desarrollo y la implementación del Software para la designación de frecuencias, y una vez finalizadas las pruebas y hechas las correcciones necesarias al Software, se ha llegado a varias conclusiones importantes, no sólo con respecto al proceso que se sigue para la selección de una determinada frecuencia para un nuevo enlace en micro ondas, sino también respecto a la programación de dichos procesos.

De esta forma se presentan las siguientes conclusiones:

1. El proceso de selección de una frecuencia para un nuevo enlace en micro ondas no es un proceso que se realice con una sola herramienta. Debido a que es un proceso complicado y largo, es necesario seguir varios pasos, para los cuales se pueden emplear ciertas herramientas de Software, siendo la más conocida “Pathloss”. Sin embargo, esta herramienta no provee la facilidad de ubicación de posibles frecuencias libres o reutilizables dentro de una banda o sub banda entre dos estaciones. Por lo tanto, es necesario emplear otra herramienta, netamente dedicada a esta tarea, de ahí nace la necesidad de emplear “Frequency Manager” como herramienta complementaria.
2. Para seleccionar una frecuencia para un nuevo enlace, primero es necesario identificar los enlaces que pueden causar interferencia, ya sean enlaces de la misma estación o de una estación cercana. Uno de los errores más comunes cometidos en este proceso (entes realizado de forma manual) era el de ubicar estos enlaces por el

nombre de la estación a la que pertenece; esto puede generar errores debido a la existencia de varias estaciones (y de diferentes operadoras) con el mismo nombre. Por lo tanto es necesario ubicar los enlaces de acuerdo a coordenadas geográficas y no de acuerdo a nombres.

3. Es de vital importancia que se trabaje de acuerdo a las recomendaciones de la UIT establecidas para el manejo y administración de frecuencias en las diferentes bandas, ya que así, se mantiene una estandarización en las frecuencias empleadas, es más fácil reubicar, ampliar y administrar los canales de frecuencia.
4. Como la información que se emplea para ejecutar los análisis de disponibilidad de frecuencias se obtiene de bases de datos (de enlaces, de recomendaciones de canalización para los equipos y de ODUs), es de vital importancia que estas bases de datos se administren y manipulen de la forma más prolija posible. Errores de formato, información mal ingresada, información desactualizada o errada respecto a detalles de los enlaces, pueden causar que los resultados del análisis, así como las gráficas del espectro y de ubicación geográfica no sean reales o no sean precisas.
5. Los resultados obtenidos de “Frequency Manager” respecto a la utilización o reutilización de un determinado canal de frecuencia no deben ser tomados como absolutos y necesariamente se debe hacer el análisis de interferencia mediante otro tipo de herramientas, tal como “Pathloss”. Esto se debe a que “Frequency Manager” no hace ningún análisis de interferencia en cuanto a potencia, altura de las antenas, fenómenos de propagación; etc, simplemente se analiza qué frecuencias están empleadas entre dos estaciones, se provee los detalles de dichos enlaces y se recomiendan canales de frecuencia en base a normas básicas de interferencia dictadas por el azimut y la separación de canales.
6. Es necesario mantener un vínculo entre las dos herramientas que se mencionan en este trabajo que son “Pathloss” y “Frequency Manager” (Software que se ha desarrollado) ya que con el uso combinado de ambas se pretende dar la solución completa al problema de la selección definitiva de un canal para montar un nuevo enlace micro onda. Este vínculo se da por medio de la exportación de la información obtenida en “Frequency Manager” de los detalles de los enlaces existentes y de los análisis realizados. Esta información se exporta a un archivo digital de Excel que puede ser importado directamente en “Pathloss” para el análisis posterior.

7. La gráfica de la red microonda de los enlaces que afectan al nuevo enlace a analizar permite al usuario observar de manera rápida y fácil de comprender la cantidad de enlaces existentes en cada estación en todas las bandas y en la banda en cuestión. Con esta herramienta se vuelve más fácil la búsqueda de frecuencias reutilizables, debido al azimuth.
8. *Frequency Manager* es una herramienta de Software que disminuye significativamente el tiempo utilizado en la búsqueda de frecuencias libres para la realización de radio enlaces microonda. Es decir, se ha automatizado un proceso teniendo como resultado aumento de productividad en el área de Ingeniería que decida utilizar esta herramienta de Software.
9. El Software *Frequency Manager* posee una estructura modular y bastante flexible. El Software se encuentra elaborado completamente por funciones, las cuales pueden ser reutilizadas en varias secciones del código. La idea de reutilización de código trata de disminuir el número de líneas de código y la complejidad del software para poder llevar a cabo una búsqueda y corrección de errores más simple y rápida por parte de los programadores.

6.2 RECOMENDACIONES

Para el correcto funcionamiento del Software, así como para obtener resultados claros, se deben tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

1. Para seleccionar un canal de frecuencia para un nuevo enlace es necesario hacer un análisis previo en “Frequency Manager” y luego exportar sus resultados a “Pathloss” para hacer el análisis de interferencias que dará los resultados definitivos.
2. Se debe tener mucho cuidado en la importación de nuevos enlaces a la base de datos existente y en general en la administración de las bases de datos. A pesar de que se advierte al usuario sobre posibles registros duplicados en la importación (en caso de existir) es posible que el usuario cometa errores o equivoque acciones, hay que aclarar que las acciones de administración de las bases de datos (importación, exportación, borrado; etc) son definitivas y no existe forma de deshacer dichas acciones.

3. Se recomienda hacer una verificación preliminar de la información que se desea importar a las bases de datos antes de proceder con la importación. Los errores más comunes se deben al formato de coordenadas geográficas (en las bases de datos de enlaces) y a pesar de que se verifica y avisa al usuario de los errores encontrados, es preferible minimizar el riesgo debido a errores absolutos de formato de las bases a importar.
4. Cuando se desea exportar información de una de las bases de datos se tienen dos alternativas: exportar directamente a Excel o escribir un archivo en CSV (Comma Separated Values). Se recomienda la primera alternativa en caso de que los datos a exportar no sean demasiados, no se produce ningún error o un mal funcionamiento del Software, pero esta acción podría demorar mucho tiempo, a pesar de la comodidad para el usuario. En caso de tener un gran número de registros a exportar es recomendado entonces exportarlos a CSV.
5. Se recomienda tomar en consideración el parámetro de la resolución, que se solicita para las gráficas del espectro, ya sea de una o dos estaciones. Este parámetro determina directamente la calidad de la gráfica que se genera y a su vez, mientras mejor resolución se solicite (menor valor en MHz) mayor tiempo se demorará el computador en generar la gráfica. De forma general, para graficar rangos de 1GHz por ejemplo, se considera que una resolución de 0.12 MHz a 0.1 MHz es suficiente.
6. Cuando se desee importar una base de datos de enlaces se puede hacer la importación solicitando que se haga una verificación de registros duplicados. Utilice esta opción cuando la base de datos a importar pueda contener registros duplicados de los registros que ya existen en la base de datos. Por otro lado, si está completamente seguro que la base a importar posee enlaces completamente nuevos, entonces no escoja la verificación de duplicados. Cabe aclarar que obviamente el método de importación con verificación de duplicados demora mucho más tiempo que el método normal de importación.
7. En la sección del programa denominada “Ubicación”, en la gráfica de los enlaces hay que tomar en cuenta que en ciertas ocasiones puede haber más de un enlace o haz en cierta dirección, por lo que, en la parte inferior de la gráfica existe la descripción de los enlaces sobre los cuales se ponga el cursor del mouse.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ROBLES SALAZAR, José, “*Radioenlace Analógico. Material de Apoyo*”, 2005, 74p.

FREEMAN, Roger, “*Ingeniería de sistemas de Telecomunicaciones*”, Primera edición, Limusa Editorial, Mexico DF 1991, 606p.

MANNING, Trevor, “*Microwave Radio Transmission Design Guide*”, Segunda edición, Artech House, Londres 1999, PAG.

MICROSOFT CORPORATION, “*MSDN Library Visual Studio 6.0*”, Versión 6.0, Microsoft Corporation 1991-1998.

ARES, Roberto Ángel, “*Manual de las Infotelecomunicaciones. Sobre los enlaces, las redes y los servicios*”, Edición Abril 2000, Buenos Aires 2000.

<http://www.planet-source-code.com/>, Ayuda en línea para programación en Visual Basic 6.0.

<http://www.itu.int>, Recomendaciones UIT-R. Servicio Fijo: Lista de Recomendaciones en vigor de la Serie F.

www.iec.org/tutorials/, Synchronous Digital Hierarchy (SDH).

www.iec.org/tutorials/, Synchronous Optical Network (SONET).

www.mcmc.gov.my/what_we_do/spectrum/pdf/srsp/SRSP514v8.pdf, Requirements for line-of-sight radio-relay systems.

[www.trendtest.com/trendweb/resource.nsf/vlFileURLLookup/Measuring+Core/\\$FILE/Measuring.core.pdf](http://www.trendtest.com/trendweb/resource.nsf/vlFileURLLookup/Measuring+Core/$FILE/Measuring.core.pdf), SDH/SONET, ATM, xDSL, and Synchronization Networks

http://portal.acm.org/ft_gateway.cfm?id=198319&type=pdf, Implementation of a SDH STM-N IC for B-ISDN.

[www.trendcomms.com/trendweb/resource.nsf/vlFileURLLookup/sdh.slides.part1.e/\\$FILE/mod1.sdh.part1.e.pdf](http://www.trendcomms.com/trendweb/resource.nsf/vlFileURLLookup/sdh.slides.part1.e/$FILE/mod1.sdh.part1.e.pdf), The Synchronous Digital Hierarchy (SDH)

www.faqs.org/ftp/rfc/pdf/rfc3133.txt.pdf, Network Working Group J. Dunn

www.pbs.org/digitaltv/dtvtech/Papers/RFTech_White_Paper.pdf&ei=ZREOQ666BYb64AGVz_GYBQ, Digital Video Microwave Links

www.gallawa.com/microtech/CD_Contents.pdf&ei=2BYOQ4SdCqTo4AGvmIWkBQ, Part One Introduction to Microwave Energy

www.eurocom.gr/images/eurocomsiteimg/SDHOpticalRadio.pdf&ei=SRwOQ5vVKsa4QHazybBQ, SDH Theory and Networks

<http://www.ieee-virtual-museum.org/exhibit/exhibit.php?id=159265&lid=1&seq=10>, Microwaves and Telecommunications

<http://www.ieee-virtual-museum.org/collection/tech.php?taid=&id=2345898&lid=1>, Microwave Link Networks.

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág

FIGURAS DEL CAPÍTULO 1

Figura. 1.1. Esquema de un enlace micro ondas básico.	1
Figura. 1.2. Dirección de los campos eléctrico y magnético.	4
Figura. 1.3. Esquema de un enlace micro ondas básico.	5
Figura. 1.4. Elementos de una antena.	5
Figura. 1.5. Aplicación de red SDH.	15
Figura. 1.6. ADM.	16
Figura. 1.7. Topologías de red básicas.	17
Figura. 1.8. Estructura de la trama SDH.	19
Figura. 1.9. Esquema de multiplexación.	24
Figura. 1.10. Multitrama para un E1 (2048Kbps)	27
Figura. 1.11. Radio building blocks (ETSI standard).....	28
Figura. 1.12. Red de Transporte Celular.	28

FIGURAS DEL CAPÍTULO 2

Figura. 2.1. Descripción de los campos de la base de datos de las recomendaciones.....	44
--	----

FIGURAS DEL CAPÍTULO 3

Figura. 3.1. Componentes del Software.	46
Figura. 3.2. Descripción de niveles jerárquicos.....	47
Figura. 3.3. Diagrama de procesos de Consulta del espectro en una estación.	52
Figura. 3.4. Diagrama de procesos del Ingreso de datos para un nuevo análisis.	53
Figura. 3.5. Diagrama de procesos de Graficación del espectro en dos estaciones.....	54
Figura. 3.6. Diagrama de procesos de Verificación de resultados y análisis.	55
Figura. 3.7. Diagrama de procesos de Impresión de reportes.....	56
Figura. 3.8. Diagrama de procesos de Administración y búsquedas avanzadas en bases de datos.....	56

FIGURAS DEL CAPÍTULO 4

Figura. 4.1. Variables de entrada.....	100
Figura. 4.2. Resultados del Análisis.	100
Figura. 4.3. Gráfica Geográfica de los Enlaces.	101
Figura. 4.4. Gráfica Del Espectro en Ambos enlaces.....	101
Figura. 4.5. Resultados obtenidos en Pathloss 4.0.	107
Figura. 4.6. Variables de entrada.....	108

Figura. 4.7. Gráfica del espectro en ambas estaciones	108
Figura. 4.8. Resultados del Análisis	109
Figura. 4.9. Gráfica de la ubicación geográfica de los enlaces	109
Figura. 4.10. Resultados obtenidos en Pathloss 4.0	110

FIGURAS DEL CAPÍTULO 5

Figura. 5.1. Pantalla de Inicio	135
Figura. 5.2. Parte inferior izquierda de la pantalla inicial antes de seleccionar un radio ..	137
Figura. 5.3. Parte inferior izquierda de la pantalla inicial después de seleccionar un radio	137
Figura. 5.4. Sección para observar canales disponibles	138
Figura. 5.5. Sección para observar canales disponibles	139
Figura. 5.6. Pantalla de Graficación del Espectro en las dos estaciones del enlace	140
Figura. 5.7. Pantalla de Presentación de Resultados	143
Figura. 5.8. Enlaces interferentes por estación	146
Figura. 5.9. Consulta de la utilización del espectro en una estación	147
Figura. 5.10. Gráfica de la ubicación geográfica de las estaciones	150
Figura. 5.11. Pantalla de acceso a administración de bases de datos	151
Figura. 5.12. Bases de datos	152
Figura. 5.13. Importación y exportación de bases de datos	155
Figura. 5.14. Descripción de las bases de datos	158
Figura. 5.15. Pantalla de ingreso de password	160
Figura. 5.16. Pantalla de ingreso de información a base de datos	161

ÍNDICE DE TABLAS

Pág

TABLAS DEL CAPÍTULO 1

Tabla. 1.1. División del espectro de frecuencias utilizado en Comunicaciones.....	9
Tabla. 1.2. Interfases para SDH y PDH.....	22
Tabla. 1.3. Tasa de transmisión para SONET y SDH	22
Tabla. 1.4. Jerarquías Digitales	23
Tabla. 1.5. Tasa de transmisión de las redes PDH	25
Tabla. 1.6. Muestra del formato de la base de datos para enlaces.....	37
Tabla. 1.6. Parte 2: Continuación de los campos.....	38
Tabla. 1.7. Ejemplo base de datos de recomendaciones.....	43

TABLAS DEL CAPÍTULO 2

Tabla. 2.1. Parte 1: Muestra del formato de la base de datos para enlaces	37
Tabla. 2.1. Parte 2: Continuación de los campos.....	38
Tabla. 2.2. Ejemplo base de datos de recomendaciones.....	43

TABLAS DEL CAPÍTULO 3

Tabla. 3.1. Comparación entre lenguajes de programación	50
Tabla. 3.2. Entradas de la función remove_nochar1	59
Tabla. 3.3. Salidas de la función remove_nochar1	60
Tabla. 3.4. Entradas de la función remove_nochar2	60
Tabla. 3.5. Salidas de la función remove_nochar2.....	60
Tabla. 3.6. Entradas de la función recupera_coord	61
Tabla. 3.7. Salidas de la función recupera_coord.....	61
Tabla. 3.8. Entradas de la función eval_grados	62
Tabla. 3.9. Salidas de la función eval_grados	62
Tabla. 3.10. Entradas de la función todo_coord.....	62
Tabla. 3.11. Salidas de la función todo_coord	62
Tabla. 3.12. Entradas de la función solo_espacios	63
Tabla. 3.13. Salidas de la función solo_espacios	63
Tabla. 3.14. Entradas de la función rango_frec_limites	64
Tabla. 3.15. Salidas de la función rango_frec_limites	64
Tabla. 3.16. Entradas de la función zonas_libres	65
Tabla. 3.17. Salidas de la función zonas_libres.....	65
Tabla. 3.18. Entradas de la función valida_coord_lat	65
Tabla. 3.19. Salidas de la función valida_coord_la.....	65

Tabla. 3.20. Entradas de la función valida_coord_lon	66
Tabla. 3.21. Salidas de la función valida_coord_lon.....	66
Tabla. 3.22. Entradas de la función IsAlpha.....	66
Tabla. 3.23. Salidas de la función IsAlpha.....	67
Tabla. 3.24. Entradas de la función IsAlphaNum.....	67
Tabla. 3.25. Salidas de la función IsAlphaNum.....	67
Tabla. 3.26. Entradas de la función rangos_lat.....	68
Tabla. 3.27. Salidas de la función rangos_lat.....	68
Tabla. 3.28. Entradas de la función rangos_lon	69
Tabla. 3.29. Salidas de la función rangos_lon.....	69
Tabla. 3.30. Entradas de la función calculo_basico	70
Tabla. 3.31. Salidas de la función calculo_basico.....	70
Tabla. 3.32. Entradas de la función limite_frec.....	70
Tabla. 3.33. Salidas de la función limite_frec	71
Tabla. 3.34. Entradas de la función get_colores.....	72
Tabla. 3.35. Salidas de la función get_colores	72
Tabla. 3.36. Entradas de la función grafica	72
Tabla. 3.37. Salidas de la función grafica.....	73
Tabla. 3.38. Entradas de la función labels.....	73
Tabla. 3.39. Entradas de la función plot.....	74
Tabla. 3.40. Entradas del evento Picture1_MouseMove.....	75
Tabla. 3.41. Entradas de la función resta_az1	82
Tabla. 3.42. Salidas de la función resta_az1.....	82
Tabla. 3.43. Entradas de la función recupera_int	82
Tabla. 3.44. Entradas de la función checa_pol_dfc.....	83
Tabla. 3.45. Salidas de la función checa_pol_dfc	84
Tabla. 3.46. Entradas de la función restaura_escala_Click()	87
Tabla. 3.47. Entradas de las funciones moverdown_Click(), moverup_Click(), moverleft_Click(), moverright_Click()	88
Tabla. 3.48. Salidas de la función Zoomin(), Zoomout().....	89
Tabla. 3.49. Entradas de la función Picture1_Click().....	90
Tabla. 3.50. Salidas de la función Picture1_Click().....	90
Tabla. 3.51. Entradas de la función Picture1_MouseMove(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)	91
Tabla. 3.52. Entradas de la función solo_banda_Click().....	91
Tabla. 3.53. Salidas de la función solo_banda_Click().....	92
Tabla. 3.54. Entradas de la función todos_enlaces_Click()	92
Tabla. 3.55. Salidas de la función todos_enlaces_Click().....	92
Tabla. 3.56. Entradas de la función centrar_gr.....	93
Tabla. 3.57. Salidas de la función centrar_gr	93
Tabla. 3.58. Entradas de la función graflines	94
Tabla. 3.59. Entradas de la función azimuth	94
Tabla. 3.60. Salidas de la función azimuth.....	94
Tabla. 3.61. Entradas de la función links_banda.....	95
Tabla. 3.62. Salidas de la función links_banda	95

TABLAS DEL CAPÍTULO 4

Tabla. 4.1. Lista de los enlaces recuperados por medio de filtros en Excel	102
Tabla. 4.2. Lista de los enlaces recuperados por medio de <i>Frequency Manager (a 1.5 Km de cercanía)</i>	106
Tabla. 4.3. Lista de los enlaces recuperados por medio de filtros en Excel.....	113
Tabla. 4.4. Lista de los enlaces recuperados por medio de <i>Frequency Manager (a 1.5 Km de cercanía)</i>	120
Tabla. 4.5. Comparación de azimuts calculados por Pathloss y Frequency Manager.....	122
Tabla. 4.6. Comparación azimuts calculados por Pathloss y Frequency Manager	123
Tabla. 4.7. Comparación resultados calculados por Pathloss y Frequency Manager.....	123

TABLAS DEL CAPÍTULO 5

Tabla. 5.1. Requerimientos del Sistema	129
Tabla. 5.2. Ejemplo bases de datos de recomendaciones.....	159

GLOSARIO

Carrier Empresa dedicada al transporte de información o datos.

SDH Synchronous Digital Hierarchy. Estándar internacional para la transmisión sincrónica.

PDH Plesynchronous Digital Hierarchy. Tecnología plesíncrona desarrollada especialmente para la transmisión de canales de telefonía.

SONET Synchronous Optical Network. Estándar Norte Americano para la transmisión sincrónica por fibra óptica.

ETSI European Telecommunications Standards Institute.

UIT Unión Internacional de Telecomunicaciones.

ANSI American National Standards Institution.

CCITT Comité Consultivo Internacional de Telegrafía y Telefonía.

ATM Asynchronous Transfer Mode. Protocolo estándar de capa 2 (Enlace de datos) del modelo OSI que emplea celdas de 53 bytes para la transmisión de datos.

LAN Local Area Network. Red determinada para dar servicios a un área limitada.

ADM Add drop Multiplexer.

FDDI Fiber distributed data interface. Tecnología para redes de fibra óptica, empleada en una topología física de doble anillo a velocidades de 100 Mbps.

Router Dispositivo de red de capa 3 (Red) del modelo OSI. Su función básica es enlutar los paquetes hacia el destino.

Bridge Dispositivo de capa 2 (Enlace de datos) del modelo OSI. Empleado para dividir dominios de colisión.

POH Path overhead. Empleado para propósitos de administración en la trama SDH.

SOH Section overhead. Empleado para propósitos de administración en la trama SDH.

AU Unidad de medida de ancho de banda en redes SDH. Se emplea en grandes cantidades de información.

TU Tributary Unit. Unidad de medida de ancho de banda en redes SDH. Son fracciones de los AUs.

TUG Tributary Unit Group. Unidad de medida de ancho de banda en redes SDH. Indica una agrupación de unidades TU.

VC Virtual container. Unidad de carga en las redes SDH

Payload Carga útil de un determinado paquete contenedor de información.

Fully Indoor Equipos instalados por completo dentro de un shelter.

Split Equipo compuesto por una IDU y una ODU, las cuales se instalan en sitios físicamente separados.

Fully Outdoor Equipos que se emplean en exteriores y no necesitan ubicarse dentro de un shelter.

IDU Indoor Unit. Equipo que se instala dentro de un shelter.

ODU Outdoor Unit. Equipo que se instala en exteriores, sin necesidad de un shelter.

Shelter Habitación acondicionada especialmente para albergar equipos de comunicaciones que deben estar protegidos contra condiciones climáticas no especificadas.

Pathloss Software especializado para el análisis de radio enlaces.

ACTA DE ENTREGA

El presente proyecto de grado: *“DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DEL SOFTWARE PARA LA DESIGNACIÓN DE FRECUENCIAS EN ENLACES MICROONDA (EN REDES SDH Y PDH) PARA LA EMPRESA SIEMENS S.A. ECUADOR”* ha sido elaborado por:

Víctor Mauricio Barriga Albuja

Carlos Alberto Mosquera Zabala

ENTREGA:

AUTORIDADES:

TCRN Ing. Xavier Martínez
Decano de la FIE

Dr. Jorge Carvajal
Secretario Académico