ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
ESCUELA DE INGENIERIA

ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA RED INALAMBRICA PARA LA EMPRESA DATARADIO TELECOMUNICACIONES, QUE CUBRIRA A QUITO, CALDERON Y GUACHALA CAYAMBE.

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO

MENCIÓN ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

ROMAN ALCIDES LARA CUEVA

DIRECTOR: Ing. MARIO CEVALLOS

Quito, Julio del 2001

DECLARACIÓN

Yo Román Alcides Lara Cueva, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley, Reglamento de Propiedad Intelectual y por la normatividad institucional vigente.

Román Alcides Lara Cueva

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Román Alcides Lara Cueva, bajo mi supervisión.

Ing. Mario Cevallos

DIRECTOR DEL PROYECTO

DEDICATORIA

A mis amados padres que con su apoyo y comprensión han sabido guiar mi camino, quienes que con su sacrificio y dedicación son mi sustento y soporte para lograr todas mis metas y fines que me he trazado en esta vida.

AGRADECIMIENTO

De manera muy especial al Ing. Mario Cevallos con quien ha sido un orgullo haber realizado mi proyecto de titulación. A Gisel por todo su amor, apoyo y preocupación en todo momento, a Diego y Mauricio por ser las personas que me apoyaron en todo momento, a toda mi familia y al Ing. Oswaldo Valenzuela.

CONTENIDO

INTRODUCCION.....xvii

CAPITULO 1: LOS SISTEMAS RADIOELECTRICOS 1

1.1.- TERMINOS Y DEFINICIONES FUNDAMENTALES DE RADIOCOMUNICACION 1

1.2.- SERVICIOS DE RADIOCOMUNICACION.....3

1.3.- ESTACIONES RADIOELECTRICAS.....4

1.4.- MODOS DE TRANSMISION.....4

1.4.1.- SIMPLEX.....4

1.4.2.- HALF DUPLEX.....4

1.4.3.- FULL DUPLEX.....5

1.5.- RADIOENLACES TERRENALES DEL SERVICIO FIJO. 5

1.5.1.- INTRODUCCIÓN.....5

1.5.1.1- Radioenlaces Analógicos.....6

1.5.1.2.- Radioenlaces Digitales. 6

1.5.2.- VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS RADIOENLACES FRENTE A LOS SISTEMAS DE LINEA METALICA. 8

1.5.3.- ESTRUCTURA DE UN RADIOENLACE. 8

1.5.3.1.- Equipos. 8

1.5.3.2.- Elementos de reserva. 10

1.5.3.3.- Sistema de supervisión. 11
1.5.4.- PLANES DE FRECUENCIAS: BANDAS Y ASIGNACION DE FRECUENCIAS. 12
1.5.4.1.- Generalidades. 12
1.5.4.1.1.- Plan a 4 frecuencias... ....*12*
1.5.4.1.2.- Plan a 2 frecuencias. *13*
1.5.4.2.- Bandas de frecuencias. 13
1.5.4.3.- Planes de disposición de radiocanales. 14
1.5.5.- DIAGRAMA DE BLOQUES DE EQUIPOS. 16
1.5.6.- DISPOSITIVOS DE MICROODAS Y ANTENAS. 17
1.5.6.1.- Circuitos de acoplamiento y alimentadores. 17
1.5.6.2.- Antenas. 19
1.5.6.3.- Repetidores Pasivos....21
1.6.- SISTEMAS DE RADIOCOMUNICACIONES MOVILES....21
1.6.1.- INTRODUCCIÓN. 21
1.6.2.- COMPOSICION DE UN SISTEMA DE RADIOCOMUNICACIONES MOVILES. 23
1.6.2.1.- Estaciones Fijas. 23
1.6.2.1.1.- Estación Base. *24*
1.6.2.1.2.- Estación de Control.....*24*
1.6.2.1.3.- Estación de Repetidoras. *24*
1.6.2.2.- Estaciones Móviles. 24
1.6.2.3.- Equipos de Control. 24
1.6.3.- CLASIFICACION DE LOS SISTEMAS DE RADIOCOMUNICACIONES MOVILES. 25
1.6.4.- CLASES DE CANALES EN COMUNICACIONES MOVILES....26
1.6.4.1.- Canales Simplex. 26
1.6.4.2.- Canales Simplex a 2 frecuencias. 27
1.6.4.3.- Canales Half duplex. 28
1.6.4.4.- Canales Full duplex. 29

CAPITULO 2: REDES INALAMBRICAS....30

2.1.- INTRODUCCION....30
2.1.1.- REDES DE CORTA DISTANCIA....32
2.1.2.- REDES DE LARGA DISTANCIA....32
2.2.- REDES DE AREA LOCAL INALAMBRICAS....33
2.2.1.- TECNOLOGIAS QUE REEMPLAZAN LA CAPA FISICA....34
2.2.1.1.- Infrarrojos....34
2.2.1.2.- Láser....34
2.2.1.3.- Banda Estrecha....35
2.2.1.4.- Banda Ancha....35
2.3.- NORMALIZACION DE LAS REDES INALAMBRICAS....35
2.4.- EL ESTANDAR IEEE 802.11....36
2.4.1.- ARQUITECTURA DE RED....38
2.4.2.- LA CAPA FISICA....41
2.4.2.1.- Tecnología del Espectro Ensanchado (Spread Spectrum)....42
2.4.2.1.1.- Sistemas de Secuencia Directa....46
2.4.2.1.2.- Sistemas de Salto de Frecuencia....46
2.4.2.1.3.- Sistemas de Salto con Tiempo....47
2.4.2.1.4.- Sistemas de Pulso FM....47
2.4.2.1.5.- Sistemas Híbridos....47
2.4.2.2.- Secuencia Directa (DSSS.- Direct Sequence Spread Spectrum)....48
2.4.2.3.- Salto de Frecuencia (FHSS.- Frequency Hopping Spread Spectrum)....49
2.4.3.- LA CAPA ENLACE....50
2.4.3.1.- La subcapa MAC....51
2.4.3.1.1.- Función Coordinada de Distribución (DCF)....52
2.4.3.1.2.- Función de Coordinación Puntual (PCF)....59
2.5.- EL ESTANDAR HIPERLAN....62
2.5.1.- INTRODUCCION....62
2.5.2.- EL ESTANDAR HIPERLAN 1....63
2.5.2.1.- Introducción....63
2.5.2.2.- Disponibilidad del espectro....64
2.5.2.3.- Característica de HIPERLAN 1....64
2.5.2.4.- Arquitectura de HIPERLAN 1....65

2.5.2.5.- La calidad de servicio 67
2.5.3.- EL ESTANDAR HIPERLAN 2 67
2.5.3.1.- Introducción 67
2.5.3.2.- Modo de operación 69
2.5.3.3.- Aspectos Generales de la norma HIPERLAN 2 69
2.5.3.4.- La Capa Física 71
2.5.3.5.- La capa control del enlace de datos 72
2.5.3.5.1.- La subcapa de control lógico del enlace 73
2.5.3.5.2.- La subcapa de control de acceso al medio 73
2.5.3.6.- La capa de convergencia 74
2.5.4.- EL ESTANDAR HIPERACCESS 75
2.5.5.- EL ESTANDAR HIPERLINK 75

CAPITULO 3: PROTOCOLOS Y ESTANDARES.....76

3.1.- EL ESTANDAR VoIP – VOZ SOBRE IP.....76
3.1.1.- LA TELEFONÍA IP VERSUS LA TELEFONÍA TRADICIONAL.....80
3.1.2.- ANCHO DE BANDA NECESARIO.....81
3.1.3.- CALIDAD EN LA TRANSMISION DE LA VOZ. 82
3.1.3.1.- Codificadores de Voz.....82
3.1.3.2.- Cancelación de Eco. 83
3.1.3.3.- Latencia.....83
3.2.- La Videoconferencia.....83
3.2.1.- CLASES DE VIDEOCONFERENCIAS.....85
3.2.1.1.- Videoconferencias de escritorio.....85
3.2.1.2.- Videoconferencias para pequeños auditorios.....85
3.2.1.3.- Videoconferencias de sala.....85
3.3.- EL PROTOCOLO H.323.....86
3.3.1.- COMPONENTES VIDEOTELEFÓNICOS H.323.....87
3.3.2.- TRENES DE INFORMACION.....88
3.3.2.1.- Trenes de audio.....88
3.3.2.2.- Trenes de video.....88

3.3.2.3.- Trenes de datos....88
3.3.2.4.- Trenes de control de las comunicaciones....88
3.3.2.5.- Trenes de control de la llamada....88
3.3.3.- LOS TERMINALES H.323....89
3.3.3.1.- Codec de Video. 89
3.3.3.2.- Codec de Audio. 89
3.3.3.3.- Retardo del trayecto de recepción....90
3.3.3.4.- Canal de datos....90
3.3.3.5.- Función de control de la recomendación H.245....90
3.3.3.5.1.- Intercambio de capacidades....91
3.3.3.5.2.- Determinación Principal-Subordinado....92
3.3.4.- LA PASARELA O GATEWAY. 93
3.3.5.- EL GUARDIAN DE PUERTA (OPCIONAL)....94
3.3.6.- EL CONTROLADOR MULTIPUNTO (MC)....95
3.3.7.- El PROCESADOR MULTIPUNTO (MP)....97
3.3.8.- LA UNIDAD DE CONTROL MULTIPUNTO (MCU)....97
3.3.9.- CAPACIDAD MULTIPUNTO....97
3.3.9.1.- Capacidad Multipunto Centralizada....97
3.3.9.2.- Capacidad Multipunto Descentralizada....98
3.3.9.3.- Audio y Video, Multipunto-Centralizada Híbrido....98
3.3.9.4.- Establecimiento de modo común....99
3.3.9.5.- Adaptación de la Velocidad en la Configuración Multipunto....99
3.3.9.6.- Sincronización con el Movimiento de los Labios....99
3.3.9.7.- Cifrado en Configuraciones Multipunto....100
3.3.10.- SEÑALIZACIÓN DE LA LLAMADA....100
3.3.10.1.- Direcciones....100
3.3.10.1.1.- Direcciones LAN....100
3.3.10.1.2.- Identificador TSAP....101
3.3.10.1.3.- Dirección de alias....101
3.3.10.2.- Canal de Registro , Admisiones y Situación (RAS)....101
3.3.10.2.1.- Descubrimiento del guardián de puerta....101
3.3.10.2.2.- Registro del punto extremo....103
3.3.10.2.3.- Localización de punto extremo....104

3.3.10.2.4.- Admisiones, cambio de ancho de banda, situación, desligamiento.....*105*
3.3.10.3.- Canal de Señalización de Llamada.....105
3.3.10.3.1.- Encaminamiento del canal de señalización de llamada..... *106*
3.3.10.3.2.- Encaminamiento del canal de control..... *107*
3.3.10.4.- Valor de Referencia de Llamada (CRV*).....108
3.3.10.5.- ID de Conferencia y Cometido de la Conferencia.....108
3.3.11.- PROCEDIMIENTOS DE SEÑALIZACION DE LA LLAMADA.....109
3.3.11.1.- Fase A , Establecimiento de la llamada.....109
3.3.11.2.- Fase B, Comunicación inicial e intercambio de capacidad.....109
3.3.11.3.- Fase C , Establecimiento de comunicación audiovisual.....109
3.3.11.4.- Fase D , Servicios de la llamada.....110
3.3.11.4.1.- Cambios de ancho de banda.....*110*
3.3.11.4.2.- Situación.....*110*
3.3.11.4.3.- Ampliación de una conferencia ad hoc.....*110*
3.3.11.4.4.- Servicios suplementarios. *111*
3.3.11.5.- Fase E, Terminación de la llamada.....111
3.4.- LA ARQUITECTURA TCP/IP.....112
3.4.1.- SERVICIOS DE LA ARQUITECTURA TCP/IP.....112
3.4.2.- CAPAS Y PROTOCOLOS DE LA ARQUITECTURA TCP/IP.....113
3.4.3.- CAPA HOST-RED (CAPA INTERFAZ A RED).....114
3.4.3.1.- Protocolos de Capa Host-Ret.....115
*3.4.3.1.1.- Protocolo de Resolución de Direcciones ARP**.....*115*
3.4.4.- CAPA INTERNET O RED.....117
3.4.4.1.- Protocolos de Capa Internet. 117
3.4.4.1.1.- Protocolo Internet (IP) *117*
3.4.4.1.2.- Protocolo de Control de Mensajes en Internet (ICMP).....*120*
3.4.4.1.2.- Protocolo de Gestión de Grupo en Internet (IGMP).....*122*
3.4.5.- CAPA TRANSPORTE. 123
3.4.5.1.- Protocolos de Capa Transporte. 123
3.4.5.1.1.- Protocolo de Control de Transmisión (TCP).....*123*
3.4.5.1.2.- Protocolo de Usuario de Datagrama (UDP).....*126*
3.4.5.1.3.- RTP: Protocolo en tiempo real*.....*127*

3.4.5.1.4.- RTCP: Protocolo de control en tiempo real.....129*
3.4.6.- CAPA APLICACION.....130
3.4.6.1.- Protocolos de la Capa Aplicación.....130
3.4.6.1.1.- TELNET: Protocolo de Terminal de Red (Terminal Virtual).....130*
3.4.6.1.2.- DNS: Servicio de Dominio de Nombres.....132*
3.4.6.1.3.- WWW: World Wide Web.....133
3.5.- TRABAJO DE TCP/IP. 134
3.6.- DIRECCIONAMIENTO EN REDES TCP/IP.....140
3.6.1.- DIRECCIONES IP. 140
3.6.2.- CLASES DE DIRECCIONES IP. 141
3.6.3.- DIRECCIONES IP ESPECIALES. 142
3.6.4.- SUBREDES. 144
3.6.4.1.- Máscara de subred. 144
3.6.5.- RUTEO EN LA ARQUITECTURA TCP/IP.....145
3.6.5.1.- Proceso de ruteo.....146
3.6.5.2.- Tipos de ruteo. 146
3.6.5.2.1.- Ruteo Estático. 146
3.6.5.2.2.- Ruteo dinámico. 147
3.6.6.- PROTOCOLOS DE ENRUTAMIENTO DINAMICOS.....147
3.6.6.1.- EGP (Exterior Gateways Protocol).....147
3.6.6.2.- BGP-3 (Border Gateways Protocol).....148
3.6.6.3.- GGP (Gateways-to-Gateways Protocol). 148
3.6.6.4.- RIP (Routing Information Protocol).....149
3.6.6.5.- Hello Protocol. 149
3.6.6.6.- OSPF (Open Shortest Path First). 150
3.6.7.- ALGORITMOS DE RUTEO. 150
3.6.7.1.- Algoritmo Vector de Distancia. 151
3.6.7.2.- Algoritmo Estados de Enlace. 151
3.7.- LA ARQUITECTURA TCP/IP EN LOS ENLACES INALÁMBRICOS 152
3.7.1.- INTRODUCCION. 152
3.7.2.- TCP EN EL AMBIENTE MOVIL INALÁMBRICO.....153

3.7.3.- COMPRESION DE VAN JACOBSON. 155
3.7.3.1.- FTP Transfiere sin errores. 157
3.7.3.2.- FTP transfiere con errores. 157
3.8.- RUTEO SIMPLIFICADO PARA COMPUTADORAS MOVILES USANDO TCP/IP. 160
3.8.1.- INTRODUCCION. 160
3.8.2.- RUTEO SOBRE UNA RED LOGICA. 162
3.8.3.- ENCAPSULACION DE LOS PAQUETES....163
3.8.4.- ASOCIACION ENTRE MCs Y BSs. 164

CAPITULO 4: DISEÑO DE LA RED INALAMBRICA PARA DATARADIO TELECOMUNICACIONES C.A....166

4.1.- GENERALIDADES. 166
4.2.- REQUERIMIENTOS DE LA EMPRESA MOLINOS LA UNION. 167
4.3.- ANALISIS TECNICO. 167
4.3.1.- UBICACION DE LA EMPRESA MOLINOS LA UNION....167
4.3.2.- ESTUDIO DEL DISEÑO DE RUTA EN EL MAPA....168
4.3.3.- ESTUDIO REALIZADO EN LOS MAPAS....168
4.3.4.- SELECCIÓN DE LOS SITIOS DONDE SE COLOCARAN LAS REPETIDORAS....170
4.3.4.1- Factores que influyen en la selección de los sitios de ubicación de las repetidoras....170
4.3.4.1.1.- En los sitios. 170
4.3.4.1.2.- El camino de acceso. 170
4.3.4.1.3.- Suministro de energía comercial. 170
4.3.4.1.4.- Casetas y torres. 171
4.3.4.1.5.- Propagación de radio. 171
4.3.4.1.6.- Mantenimiento de la estación no atendida. 171
4.3.4.1.7.- Construcción. 172
4.3.4.1.8.- Guías e informaciones locales. 172

4.3.4.2.- Lugares seleccionados para la ubicación de las repetidoras.....172
4.3.4.3.- Comprobación de línea de vista requerida para los puntos de interconexión.....173
4.3.5.- CALCULO DEL PUNTO DE REFLEXIÓN Y DETERMINACION DE SU INFLUENCIA EN RECEPCION. 174
4.4.- MODELO DE UN SISTEMA DE RADIOCOMUNICACIÓN.....181
4.4.1.- PERFIL DE PRESUPUESTO DE PERDIDAS Y BALANCE DEL SISTEMA.....181
4.4.1.1.- Elementos que intervienen en la transmisión y recepción en un sistema de radiocomunicación. 182
4.4.1.2.- Parámetros que intervienen en el balance de un sistema de radiocomunicación. 183
4.4.2.- ASPECTOS GENERALES DE LOS PARAMETROS QUE INTERVIENEN EN EL CÁLCULO DEL DESEMPEÑO DE UN RADIOENLACE (PERFOMANCE).....183
4.4.2.1.- Potencia de transmisión. 183
4.4.2.2.- Ganancias de las antenas. 184
4.4.2.3.- Atenuaciones y pérdidas. 184
4.4.2.3.1.- Atenuación de la línea de transmisión (ALTx).....184
4.4.2.3.2.- Pérdidas del branching (Ab).....184
4.4.2.3.3.- Pérdidas del alimentador (Feeders)(Af).....184
4.4.2.3.4.- Atenuación por espacio libre (A0) y pérdidas totales.....185
4.4.2.4.- Potencia de umbral o umbral de recepción (URx) 185
4.4.2.5.- Potencia de recepción (PRx).....186
4.4.2.6.- Margen de Desvanecimiento (MD).....186
4.4.2.7.- Confiabilidad del enlace. 186
4.4.2.8.- Ganancia del Sistema (GS). 187
4.4.3.- EVALUACIÓN DE LA CALIDAD EN SISTEMAS DE RADIO. 187
4.4.3.1.- RECOMENDACIÓN G-821 DE LA UIT-T. 188
4.4.3.1.1.- Segundos con error (ES). 188
4.4.3.1.2.- Segundos con errores severos (SES).....188
4.4.3.1.3.- Minutos degrados (DM).....188
4.4.4.- BALANCE DEL SISTEMA EN EL ENLACE ENTRE CONDORCOCHA Y

CONDORLOMA.....189
4.4.5.- BALANCE DEL SISTEMA EN EL ENLACE ENTRE CONDORCOCHA Y LAS OFICINAS EN QUITO. 192
4.4.6.- BALANCE DEL SISTEMA EN EL ENLACE ENTRE CONDORCOCHA Y CALDERON. 194
4.4.7.- BALANCE DEL SISTEMA EN EL ENLACE ENTRE CONDORLOMA Y CAYAMBE. 196
4.5.- CONFIGURACION DE LA RED. 198
4.5.1.- CONSIDERACIONES GENERALES. 200
4.5.2.- DISEÑO DEL SISTEMA PRIVADO PUNTO A MULTIPUNTO.....204
4.5.2.1.- Configuración Punto a Multipunto.....205
4.5.3.- DISEÑO DEL SISTEMA PRIVADO MOVIL.....208
4.5.3.1.- Configuración Móvil. 209
4.6.- SERVICIOS OTORGABLES. 216
4.6.1.- SERVICIO DE DATOS. 219
4.6.2.- SERVICIO DE VOZ. 219
4.6.3.1.- Asignación de números para los terminales VoIP. 220
4.6.3.- SERVICIO DE VIDEO. 221
4.6.4.- ASIGNACIÓN DE DIRECCIONES IP PARA LA RED CONJUNTA.....222
4.6.4.1.- División en subredes y distribución de direcciones en las oficinas en Quito.....223
4.6.4.2.- Distribución de direcciones en la fábrica de Calderón.....225
4.6.4.3.- División en subredes y distribución de direcciones en la planta de Cayambe.....225
4.7.- COSTO DE LA RED INALAMBRICA.....226
4.7.1.- COSTO DE LOS EQUIPOS PARA DATARADIO TELECOMUNICACIONES. 228
4.7.2.- COSTO DE LOS EQUIPOS PARA MOLINOS LA UNION.....229
4.8.- ESTUDIO DE LOS POSIBLES NUEVOS CLIENTES Y DE LA AMPLIACIÓN DE LA RED. 230

CAPITULO 5: CONCLUSIONES Y

RECOMENDACIONES.....233

5.1.- COMENTARIOS Y CONCLUSIONES. 233

5.2.- RECOMENDACIONES. 236

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

Anexo #1: Glosario.

Anexo #2: Registro Oficial N.- 215, Norma para la implementación y operación de sistemas de espectro ensanchado.

Anexo #3: Recomendaciones: Anexos a la recomendación H.323, recomendación G.711 y T.120 de la UIT-T.

Anexo #4: Especificaciones técnicas de los aparatos a emplearse.

INTRODUCCION

Con el avance tecnológico y la necesidad cada vez mayor que presentan las empresas de movilidad y portatibilidad, es necesario la utilización de nuevas tecnologías que posean dichas características y de esta manera el personal de las empresas puedan mantener comunicaciones, para lo cual se debe incursionar en el campo de las comunicaciones inalámbricas, las cuales permiten compartir la información sin que sea necesario buscar una conexión alámbrica.

Las comunicaciones inalámbricas están revolucionando los sistemas comunicacionales, con lo que se ve en la imperiosa necesidad de desarrollar el estudio acerca de esta nueva tecnología que aún no empieza a despegar en el país en lo referente a la interconexión de computadoras de manera inalámbrica.

Las redes inalámbricas en los últimos años han tomado un nuevo impulso, ya que hasta hace 2 años, éstas únicamente eran utilizadas como complemento de las redes cableadas y no superaban la velocidad de 2 Mbits/s, con las nuevas tecnologías y técnicas de transmisión hacen posible en la actualidad poder mantener comunicaciones con una velocidad de transmisión superior a los 10 Mbits/s, haciendo olvidar a las tecnologías de comunicación a través del cable.

Las ventajas que presentan éste tipo de redes son muchas, entre estas tenemos: la movilidad, la portatibilidad, facilidad de instalación, flexibilidad, reducción de precios entre otras, gracias a las cuales hace pensar que las comunicaciones a

través de las redes inalámbricas en el país puede lograr una muy buena aceptación.

Con este proyecto lo que se quiere lograr es hacer conocer las bondades que poseen las redes inalámbricas y la factibilidad de que las empresas puedan requerir de los servicios que las redes inalámbricas presentan, además de realizar el estudio de la mayoría de estándares sobre redes de éste tipo, para definir convenientemente con que estándar se trabajará, el presente proyecto tiene los siguientes objetivos:

- Realizar el estudio y diseño de una red inalámbrica.

- Realizar el estudio de los servicios y aplicaciones que requiere la Empresa Dataradio y analizar las mejores soluciones.

- Determinar la factibilidad de implementar una red inalámbrica para Dataradio Telecomunicaciones en función de las necesidades de servicios de esta Empresa y a los servicios que las redes inalámbricas otorgan.

- Establecer un sistema de comunicaciones inalámbrico con los servicios que la red inalámbrica brinda.

- Realizar el estudio para hacer posible la ampliación de la red inalámbrica.

En el primer capítulo se trata lo referente a los sistemas radioeléctricos, lo cual es necesario para conocer todo lo concerniente a los términos y definiciones fundamentales de éste tema, para comprender y entender el ámbito que comprenden las radiocomunicaciones, el cual es muy extenso.

En el segundo capítulo se realiza un estudio detallado de las redes inalámbricas, se presentan los estándares que existen en la actualidad y los nuevos estándares que se encuentran en desarrollo, así como la descripción de las tecnologías que las diferentes redes utilizan, como en el caso de IEEE 802.11 utilizan la tecnología

del espectro ensanchado y definen en que banda de frecuencia se encuentran establecidas, mientras que en HIPERLAN la tecnología utilizada es la modulación OFDM, mediante las cuales se tienen altas velocidades de transmisión.

El capítulo 3 contiene los protocolos y los estándares que pueden ser empleados en las redes inalámbricas, se realiza un detallado estudio de la voz sobre IP (VoIP), la videoconferencia, el protocolo H.323 mediante el cual es posible tener los servicios de voz y video sobre éste tipo de redes, en este capítulo finalmente se realiza un estudio de la arquitectura TCP/IP sobre la cual VoIP y la Videoconferencia se podrán realizar.

Una vez conocido todo lo concerniente a las redes inalámbricas y las comunicaciones a través de las ondas electromagnéticas, se realiza en el capítulo 4, el diseño de la red para Dataradio Telecomunicaciones, esta empresa va ofrecer sus servicios a Molinos la Unión, para lo cual se debió conocer los requerimientos de dicha empresa para con ello realizar el diseño de la red inalámbrica. En este capitulo se presentan los perfiles topográficos entre los puntos de interconexión, el diseño de los sistemas punto a multipunto y móvil, un análisis de costos y las posibles nuevas empresas que podrían requerir de dichos servicios.

Finalmente en el capítulo 5 se presentan una serie de comentarios, conclusiones y recomendaciones acerca de las redes inalámbricas y del diseño en particular para dar servicio a la empresa Molinos la Unión.

Con este proyecto lo que espero, es además de conseguir muy buenos resultados para la empresa la cual requería de estos servicios, es dar a conocer que las redes inalámbricas se presentan como una nueva alternativa para las comunicaciones, de igual manera este trabajo sirva a todos como una guía de referencia, de consulta y de estudio.

CAPITULO 1

LOS SISTEMAS RADIOELECTRICOS .

1.1.- TERMINOS Y DEFINICIONES FUNDAMENTALES DE RADIOCOMUNICACION .

Se puede definir como Radiocomunicación, a la Telecomunicación llevada a cabo por las ondas electromagnéticas. Hay diferentes denominaciones de la radiocomunicación dependiendo de la situación o ubicación de los elementos, si los elementos se encuentran situados en el espacio se le denomina radiocomunicación espacial y si se encuentran sobre la superficie terrestre, se le denomina radiocomunicación terrenal.

La radiocomunicación es una técnica que consiste en la superposición de la información a ser transmitida en una onda electromagnética denominada "portadora", proceso al cual se lo conoce como *modulación*. Aquí se genera una onda modulada, cuyo espectro contiene un conjunto de frecuencias en torno a la portadora, la misma que se envía al medio de propagación a través de un dispositivo de acoplamiento con el medio que se lo conoce como "antena".

Se conoce como estación transmisora o transmisor al conjunto de equipos que se

utilizan para el tratamiento de la información, este conjunto de equipos son: moduladores, filtros, antenas. Los equipos de un Sistema de Radiocomunicaciones, ocasionalmente generan y envían ondas parásitas (no deseadas), en cuyo caso se habla de radiaciones parásitas o espúreas.

Se conoce como estación receptora al conjunto de equipos que se utilizan para el tratamiento de la señal recibida, los cuales son: antena, receptores, demoduladores, filtros, amplificadores etc. La antena receptora es la encargada de recoger una porción de la energía radioeléctrica de la onda electromagnética, generada en la estación transmisora, que alcanza él o los puntos de destino. Por tanto, los órganos de transmisión, recepción y antenas, contribuyen positivamente a la Radiocomunicación.

En el receptor es muy frecuente que estén presentes no sólo la señal procedente del transmisor, sino también otras señales emitidas por otros destinos, la cual se conoce como señal no deseada o interferente.

En particular de señal no deseada es la perturbación debida al ruido, éste ruido puede tener 2 orígenes:

- Origen natural.- provocada por radiación de cuerpos cósmicos, ruido atmosférico.
- Origen artificial.- producidos por motores, por los sistemas de ignición de vehículos entre otros.

En vista de esta señal no deseada, la potencia recibida debe estar sobre la potencia del ruido e interferencias, de donde se establece un valor umbral de la potencia de señal deseada por debajo del cual, prácticamente, no se puede recuperar la información.

La cobertura de una emisión radioeléctrica, depende del tipo e intensidad de las perturbaciones. Se habla de 3 diferentes tipos de cobertura, en función de las

alteraciones de la señal como son el ruido, la interferencia y la distorsión.

- Cobertura limitada por ruido.- cuando interviene solamente el ruido, el umbral suele expresarse como la potencia mínima necesaria para una cierta calidad de recepción.
- Cobertura limitada por interferencias.- cuando prevalecen las interferencias sobre el ruido, el alcance de la cobertura se establece en función de la relación de potencias entre la señal deseada y la señal interferente total, a esta se la denomina como relación de protección.
- Cobertura limitada por distorsión.- el otro tipo de alteraciones de la señal, se denomina distorsión, la cual puede degradar sustancialmente la señal e imposibilitar la recuperación de la información.

1.2.- SERVICIOS DE RADIOCOMUNICACION.

Al servicio que implica la emisión y/o recepción de ondas electromagnéticas con fines de transmisión/recepción de información, para la cobertura de necesidades de telecomunicación, se denomina servicio de radiocomunicación.

Según el tipo de radiocomunicación los servicios se clasifican en:

1. Servicio Fijo: que es el que se presta entre puntos fijos determinados.
2. Servicio Móvil: que se realiza con estaciones móviles entre sí o con una o más estaciones fijas.
3. Servicio de Radiodifusión: caracterizado porque sus emisiones se destinan a la recepción directa por el público en general.

El primer servicio es del tipo punto a punto y los otros dos son del tipo punto a multipunto.

Según sus aplicaciones se clasifican en:

1. Servicios de radiodeterminación.
2. Servicios de frecuencias patrón y señales horarias.
3. Servicios de exploración de la tierra por satélite.
4. Servicio de radioastronomía e investigación espacial.
5. Servicios de aficionados.

Todos los servicios pueden explotarse en la modalidad terrenal o por satélite.

1.3.- ESTACIONES RADIOELECTRICAS.

Se define una estación radioeléctrica al conjunto de uno o más transmisores o receptores, o una combinación de las mismas.

Estas se clasifican según el tipo de radiocomunicación en:

- Estación Terrenal: aquella que efectúa radiocomunicaciones terrenales.
- Estación Espacial: la que se encuentra en el espacio.
- Estación Terrena: la situada en la superficie de la tierra o la atmósfera, establece comunicaciones con estaciones espaciales.
- Estación Fija: estación del servicio fijo.
- Estación Móvil: estación del servicio móvil que se utiliza en movimiento.

1.4.- MODOS DE TRANSMISION.

En radiocomunicaciones se tienen 3 modos de transmisión:

- Simplex.

- Half duplex (Semidúplex).
- Full duplex (Dúplex).

1.4.1.- SIMPLEX.

La comunicación es en un solo sentido, la transmisión se efectúa alternativamente en uno y otro sentido de un canal de radiocomunicaciones.

1.4.2.- HALF DUPLEX.

La comunicación se efectúa en los dos sentidos alternadamente.

1.4.3.- FULL DUPLEX.

La comunicación se efectúa en los dos sentidos de manera simultánea en un canal de radiocomunicaciones. La transmisión simplex puede realizarse con una o dos frecuencias, en tanto que la half y full duplex requieren de 2 frecuencias radioeléctricas.

1.5.- RADIOENLACES TERRENALES DEL SERVICIO FIJO.

1.5.1.- INTRODUCCIÓN.

Se denomina radioenlace a cualquier interconexión entre terminales de telecomunicación efectuada por ondas electromagnéticas. A los radioenlaces terrenales de servicio fijo los podemos definir como sistemas de radiocomunicaciones entre puntos fijos situados sobre la superficie de la tierra. Estos sistemas son explotados entre unos 800 MHz y 22 GHz, dependiendo de su capacidad.

Se los llama también radioenlaces de microondas ya que los sistemas de radioenlaces del servicio fijo utilizan frecuencias superiores a 1 GHz, en la región de las microondas.

Los radioenlaces guardan cierta similitud con los sistemas de transmisión múltiplex por línea, aunque el portador es la atmósfera, en lugar de ser metálico u óptico. Todo esto lleva a que en los radioenlaces no son posibles los sistemas de transmisión en banda base directa, sino que, necesariamente deben ser sistemas con modulación de portadora.

Los radioenlaces establecen circuitos de telecomunicación de tipo dúplex, equivalentes a circuitos de 4 hilos, por lo que deben transmitir 2 portadoras moduladas, una para cada sentido. Se denomina radiocanal a la pareja de portadoras de ida y de retorno.

Los radioenlaces pueden clasificarse según el tipo de modulación en:

1. Analógicos.
2. Digitales.

1.5.1.1- Radioenlaces Analógicos.

Son radioenlaces, en los cuales, la portadora se modula en frecuencia (FM*) y la señal moduladora puede ser:

a) Un múltiplex telefónico FDM* (Multiplexación por División de Frecuencia) de capacidad variable entre 12 y 2700 canales, con sus pilotos de continuidad y circuitos de servicio, telecontrol y telemando.
b) Una señal de video en banda base de 0 a 5 MHz.
c) Un múltiplex constituido por una señal de video en banda base y de 1 a 4 subportadoras de audio, moduladas en frecuencia.
d) Una señal radiofónica, formada por subportadoras de audio moduladas en frecuencia.

(*) Pero las siglas que tienen el asterisco [illegible]

d) Una señal radiofónica, formada por subportadoras de audio moduladas en frecuencia.

1.5.1.2.- Radioenlaces Digitales.

La modulación de la portadora es digital, ya sea del tipo binario o multinivel. Usualmente se emplean 2 tipos de modulación digital, con sus respectivas variantes, estas son:

- Modulación de fase coherente PSK*.
  PSK binaria , cuaternaria , diferencial o desplazada (Offset-PSK).
- Modulación de amplitud en cuadratura QAM*.
  NQAM donde N toma los valores de 16 , 64 y 128.

La señal moduladora es un múltiplex digital de alguna de las jerarquías normalizadas por la UIT-T*, sea la señal básica de 2 Mbits/s, a los múltiplex a 8, 34 o 140 Mbits/s.

Existe otra clasificación de los radioenlaces, en función de la capacidad de los mismos, esto se mide para los radioenlaces analógicos por el número de canales telefónicos y para radioenlaces digitales por la velocidad de transmisión.

1. Baja capacidad, hasta 30 canales o 2 Mbits/s.
2. Capacidad media, hasta 240 canales u 8 Mbits/s.
3. Alta capacidad, de 300 a 2700 canales y por encima de los 34 Mbits/s.

Los radioenlaces del servicio fijo hacen uso de la propagación troposférica en condiciones de visibilidad directa. Para solucionar ciertos problemas ocasionados por la redondez de la tierra, se hace uso de estaciones repetidoras.

Se denomina vano a la sección de enlace radioeléctrico entre un terminal y un repetidor o entre dos repetidores. Cada vano tiene un límite superior alrededor de

los 80 Km, esto es debido a que el trayecto del rayo debe estar despejado al menos en el 60% de la primera zona de Fresnel, para el peor obstáculo y en condiciones normales de refractividad atmosférica, todo esto para frecuencias inferiores a los 10 GHz y de 30 Km para frecuencias superiores a los 10 GHz, ya que la atenuación por lluvia limita este trayecto, el objetivo de la Ingeniería será de optimizar estos vanos para que el costo y la calidad sean los mejores posibles.

Existen también radioenlaces en los que hacen uso de la propagación por dispersión troposférica, para salvar grandes distancias, de alrededor de los 200 Km. Se designa a estos enlaces con el nombre de radioenlaces transhorizonte y suelen ser de un solo vano. Estos son usados en aquellos trayectos donde es imposible poner un repetidor. Aquí se presentan desvanecimientos importantes por la irregularidad propia de éste tipo de propagación, los cuales deben ser combatidos mediante técnicas como la diversidad y ecualización, los cuales encarecen los terminales.

1.5.2.- VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS RADIOENLACES FRENTE A LOS SISTEMAS DE LINEA METALICA.

Entre las principales ventajas tenemos:

a) Inversión generalmente más reducida.
b) Instalación rápida y sencilla.
c) Conservación más económica y de actuación rápida.
d) Se pueden superar las irregularidades del terreno.
e) La regulación solo debe aplicarse al equipo.

Entre las principales desventajas o inconvenientes tenemos:

a) Su explotación es restringida a tramos con visibilidad directa.
b) Es necesario un acceso adecuado a las estaciones repetidoras en las que hay que disponer de energía y acondicionamiento para los equipos.

c) La segregación no es tan flexible como en los sistemas por cable.
d) La gran linealidad requerida en los repetidores es un importante problema de diseño en radioenlaces analógicos.
e) El ancho de banda de un radioenlace digital es muy superior al de un analógico de capacidad comparable.

1.5.3.- ESTRUCTURA DE UN RADIOENLACE.

1.5.3.1.- Equipos.

Un radioenlace está constituido por estaciones terminales y estaciones repetidoras intermedias con sus equipos transceptores (transmisores-receptores), antenás y elementos de supervisión y control.

En la figura 1.1 se muestran tanto la planta como el perfil topográfico de un enlace a) y b) respectivamente, de donde claramente se puede ver el uso de los repetidores activos y pasivos (reflectores) desde un punto hacia otro cuando no existe visibilidad directa.

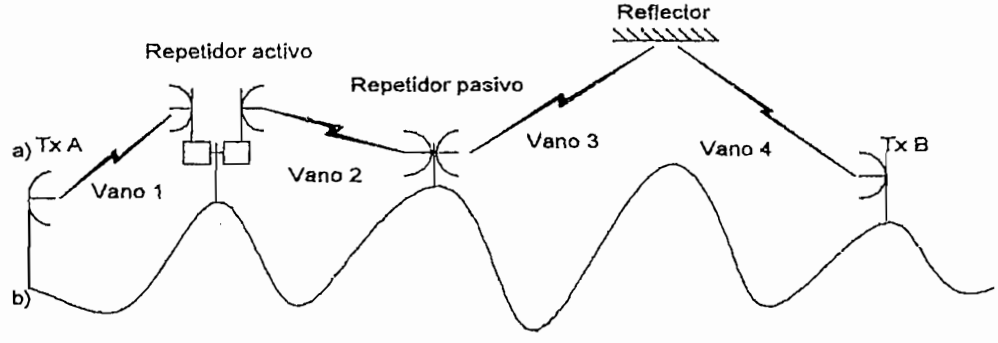


Fig. 1.1

Elementos constitutivos de un radioenlace.

A más de las estaciones repetidoras, existen las llamadas estaciones nodales, las cuales demodulan la señal, bajándola a banda base y en ocasiones, precediéndose a

la extracción-inserción de canales (drop-in). La sección de conmutación y que constituye una entidad de control, protección y supervisión se lo conoce al tramo estación terminal-estación nodal.

Los repetidores pueden ser de 2 tipos:

a) Activos.- son aquellos en los cuales la señal recibida en frecuencia de llegada se pasa a una frecuencia intermedia (FI*), donde se amplifica y se retransmite en la frecuencia de salida.
   No se realiza demodulación, con lo cual, éstos repetidores constan de un conjunto transmisor-receptor para cada sentido de transmisión.
b) Pasivos.- Son aquellos que se comportan como simples reflectores, no realizan ningún tratamiento de la señal, simplemente se los utiliza para cambiar la dirección del haz radioeléctrico.

1.5.3.2.- Elementos de reserva.

Es necesario disponer de equipos de protección o reserva activa (stand by) que entren en servicio en caso de fallo del enlace operativo, con esto lo que se logra es fiabilidad en el sistema de radioenlace y permite las operaciones de conservación. En un radioenlace se lo designa como de M + N, donde son, M radiocanales activos y N radiocanales de reserva, generalmente son usados los dispositivos (2+1) y (3+1). La conmutación del radiocanal que activa al de reserva puede ser manual o automático.

La conmutación se efectúa por separado en cada sentido y puede afectar a la transmisión o recepción. Esta conmutación en recepción puede efectuarse en frecuencia intermedia o en banda base. Con frecuencia intermedia la conmutación es más rápida por lo que suele hacerse de ésta forma más a menudo. La conmutación se realiza en base a una referencia, si la señal se degrada por debajo de éste umbral y si se mantiene esta degradación en un cierto tiempo.

Según la naturaleza del radioenlace la referencia es diferente, así, en los radioenlaces analógicos, cada radiocanal lleva consigo una señal piloto de continuidad en una frecuencia superior a la de banda base. Por tanto, se define el umbral de conmutación mediante una determinada disminución de nivel de la señal piloto de continuidad o por un aumento determinado de nivel de ruido medido en las proximidades de la señal piloto, también se lo puede realizar en un intervalo muy pequeño de frecuencias situado generalmente en la parte superior de la banda base.

El umbral para realizar la conmutación, se utilizan caídas de nivel de la señal piloto, comprendidas entre 4 y 8 dB e inclusive de 15 dB.

En los radioenlaces digitales el criterio que establece la conmutación es el aumento de la tasa de bits erróneos (BER*), puede utilizarse también el nivel de la portadora recibida en combinación con la información relativa al nivel de la señal piloto, ruido o BER .

1.5.3.3.- Sistema de supervisión.

El sistema de supervisión comprende el conjunto de medios puestos a disposición de la explotación, con el fin de obtener la máxima información posible sobre el estado del radioenlace en un determinado momento, y facilitar las operaciones de mantenimiento propiamente dichas.

Actualmente la tendencia es generalizar el telecontrol y telemando de las estaciones de un radioenlace, debido a que se tiende a la explotación con estaciones no atendidas permanentemente por motivos económicos. El sistema de supervisión comprende canales telefónicos de servicio, utilizables solamente por el personal de mantenimiento, así como cierto número de señales que proporcionan información sobre el estado de los equipos. Las informaciones que se transmitan deberán permitir localizar con exactitud el equipo que ha sufrido avería.

Estas señales tienen su origen en las estaciones no atendidas y son transmitidas automáticamente al centro de supervisión. El sistema en cuestión puede también tener posibilidad de establecer la transmisión de señales en sentido inverso, es decir del centro de supervisión a la estación no atendida; se trata de señales de telemando.

Además de estos canales de servicio, telecontrol y telemando, es necesario transmitir las señales de control del sistema de conmutación. La capacidad requerida es función de la rapidez con que sea necesario transferir la información. Estos circuitos puede proporcionarlos un radiocanal bidireccional de servicio que trabaja en la misma banda de frecuencias que los radiocanales principales de reserva y normalmente aprovecha parte de las instalaciones del equipo de radio principal.

1.5.4.- PLANES DE FRECUENCIAS: BANDAS Y ASIGNACION DE FRECUENCIAS.

1.5.4.1.- Generalidades.

En una estación terminal se requieren dos frecuencias (emisión y recepción) por radiocanal. En una estación repetidora que tenga al menos una antena por cada dirección, es necesario que las frecuencias de transmisión y recepción estén suficientemente separadas, debido a:

- La gran diferencia entre los niveles de las señales transmitida y recibida, que puede ser de 60 a 90 dB.
- La necesidad de evitar los acoplamientos entre ambos sentidos de transmisión.
- La directividad insuficiente de las antenas.

La asignación de frecuencias a las estaciones puede hacerse según 2 tipos de planes de frecuencias:

1.5.4.1.1.- Plan a 4 frecuencias.

Se utilizan para cada radiocanal 4 frecuencias diferentes. Este plan se sigue en frecuencias bajas o cuando la relación frente/atrás de las antenas es insuficiente.

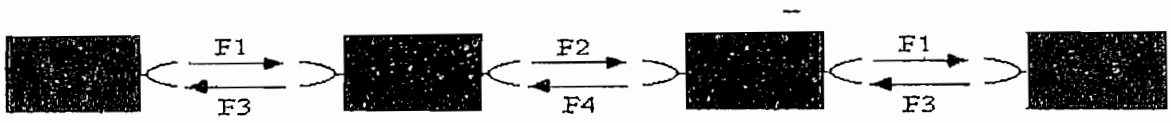


Fig. 1.2

Plan a 4 frecuencias.

1.5.4.1.2.- Plan a 2 frecuencias.

Se emplean sólo 2 frecuencias para cada radiocanal, siendo iguales las frecuencias de transmisión y las de recepción en cada estación. Debido a esta fuerte utilización de las frecuencias pueden producirse interferencias cocanales:

a) Por radiación hacia atrás desde A y captación directa en B (trayecto interferente 1).

b) Por radiación directa desde C y captación por el lóbulo posterior de B (trayecto interferente 2).

Por tales motivos para reducir al mínimo los efectos de estas posibles interferencias, se cambia la polarización de la onda en cada vano.

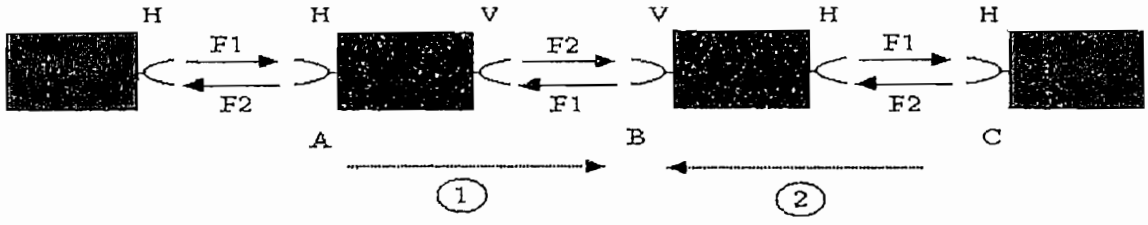


Fig. 1.3

Plan a 2 frecuencias.

1.5.4.2.- Bandas de frecuencias.

En los cuadros 1.1 y 1.2 se indican las bandas de frecuencias utilizadas por los radioenlaces del servicio fijo, representadas por su frecuencia central aproximada, así como las recomendaciones de la UIT-R* relativas a la asignación de canales para diferentes capacidades.

Banda GHz	Capacidad canales telefónicos	Recomendaciones de la UIT-R aplicables
2	60 a 960 ó TV	283
2-4	600 a 1880 ó TV	382
6 (baja)	600 a 1800	383
6 (alta)	1260 a 2700 ó TV	384
7	60 a 300	385
8	300 y 960 ó TV	386
11	600 a 1800 ó TV	387
13	960 ó TV	497

Cuadro 1.1: Radioenlaces Analógicos.

Banda	Capacidad y norma aplicable		
GHz	Baja	Media	Alta
2	I-379	R-283	-
2	R-283	R-283/382	-
4	I-934	R-383	-
6	-	-	R-384
7	-	-	-
8	-	I-934	-
11	R-387	R-387	R-387
13	-	R-497	-
14	R-636	R-636	-
15	-	I-607	I-607

19 23	R-595 I-936	R-595 I-939	R-595 I-936

Cuadro 1.2 : Radioenlaces Digitales.

1.5.4.3.- Planes de disposición de radiocanales.

Un plan de disposición de radiocanales, o plan de canalización establece para una banda y capacidad determinadas, valores para los siguientes parámetros componentes del plan:

1. Número de radiocanales que pueden utilizarse en la banda.
2. Separación entre frecuencias adyacentes y entre las frecuencias extremas y los bordes de la banda.
3. Bandas de guarda.
4. Valores de frecuencias portadoras.
5. Polarizaciones.
6. Frecuencia central de la banda.
7. Ancho de banda.
8. Ancho de RF* de las diferentes portadoras.
9. Tipo y capacidad del radioenlace.

El objetivo primordial de todo plan es el de optimizar la utilización del espectro radioeléctrico y minimizar las interferencias. Son también objetivos importantes:

1. Facilitar la interconexión en RF de radioenlaces, en circuitos internacionales.
2. Facilitar la intercalación de radiocanales adicionales.
3. Posibilitar las transmisiones mixtas de radiocanales analógicos y digitales.

Todo plan de canalización divide la banda en 2 mitades. En cada emplazamiento las frecuencias de cada semibanda se utilizan para transmitir y para recibir,

respectivamente. Los radiocanales adyacentes van alternando la polarización.

1.5.5.- DIAGRAMA DE BLOQUES DE EQUIPOS.

Se representa en la figura 1.4, un diagrama de bloques conceptual que refleja los equipos de que consta un radioenlace.

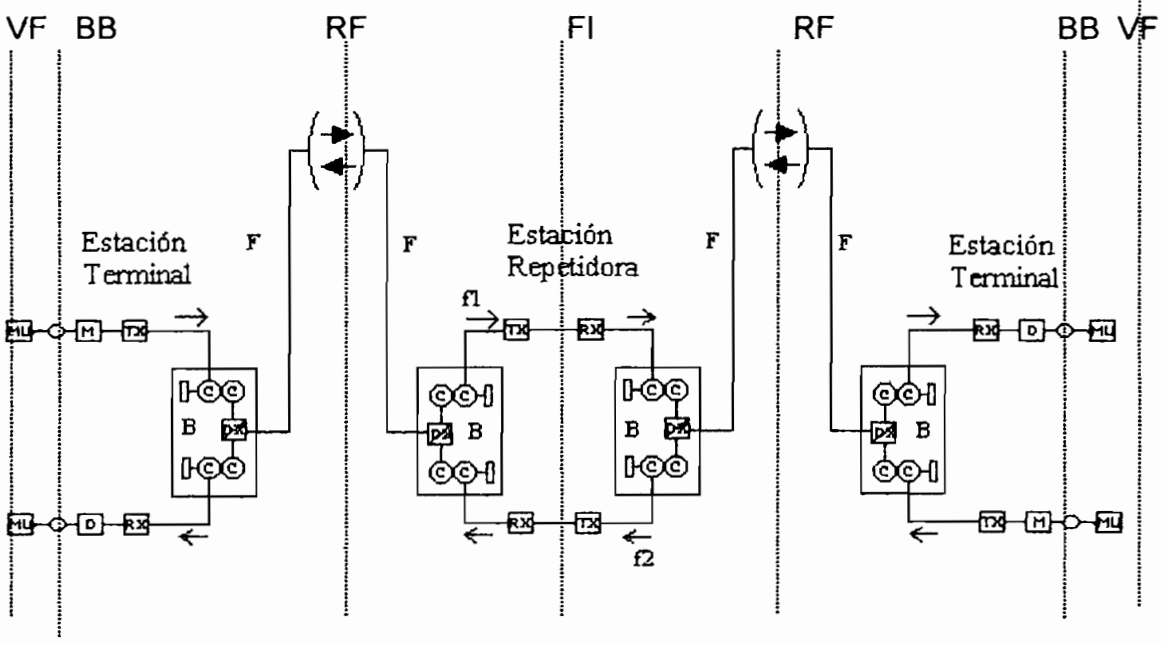


Fig. 1.4

Diagrama de bloques de los equipos en un radioenlace.

Donde:

VF*: Interfaz de canal o frecuencias vocales.

BB*: Interfaz de banda base.

RF: Interfaz de radiofrecuencia.

FI: Interfaz de frecuencia intermedia.

Recorriendo el enlace en sentido de ida, los canales presentes en VF pasan al multiplexor (MUX), que los transforma en la señal banda base, la cual se combina con la portadora en el modulador radioeléctrico (M). La señal modulada se amplifica en TX y pasa a continuación a una red de microondas B, que permite la compartición

de la antena por otros transmisores (red de branching). Por último, accede al alimentador de antena F (feeder) a través de un duplexer (DX), que permite utilizar la misma antena por los transmisores y receptores.

En las estaciones repetidoras de tránsito, la señal recibida en f_1 se pasa a FI, se amplifica y se retransmite en f_2. En la estación terminal de destino se extrae la señal de la red B y se lleva al receptor, demodulándose en D y pasando al demultiplexor (MUX), del cual se extraen los canales individuales.

1.5.6.- DISPOSITIVOS DE MICROODAS Y ANTENAS.

1.5.6.1.- Circuitos de acoplamiento y alimentadores.

Como ya se ha indicado al tratar el diagrama de bloques de equipos, los dispositivos pasivos de microondas permiten la transmisión/recepción de varios radiocanales por una misma antena. Se les denomina circuitos de acoplamiento o ramificación y están constituidos por:

- Circuladores
- Filtros
- Polarizadores
- Duplexers

Las configuraciones de los circuitos varían en función del número de radiocanales y las polarizaciones. Estos dispositivos son pasivos e introducen unas pérdidas de inserción (L_{DF} dB). Los alimentadores son líneas de transmisión que transportan las señales hasta la antena. Los hay de dos tipos:

1) *Líneas coaxiales*

Se utilizan hasta unos 3 GHz. Son flexibles y relativamente fáciles de instalar. Están

construidas por un conductor interior macizo, un dieléctrico de espuma o aire con separadores de polietileno y un conductor exterior corrugado. Su impedancia es de 50 ohmios.

En el cuadro 1.3 se dan las características de atenuación unitaria de los tipos más utilizados.

TIPO	Atenuación (dB/m)	
	1 GHz	3 GHz
7/8''	3.9	7.2
15/8''	2.1	3.9

Cuadro 1.3: Atenuación unitaria de cables coaxiales.

2) Guía de onda

Se emplean en el modo fundamental, a cuya frecuencia de corte le corresponde una longitud de onda λ_c , que para guías rectangulares es $\lambda_c = 2a$, siendo *a* el ancho de la guía.

Se utilizan las guías para frecuencias superiores a 3 GHz, ya que en éste caso la atenuación de una línea coaxial es excesiva. Las guías de onda se rellenan con aire seco o nitrógeno a presión para evitar la entrada de humedad.

En el cuadro 1.4 se dan algunos ejemplos de guías con la atenuación unitaria para las bandas de frecuencias indicadas.

TIPO	Banda de Frecuencias	Atenuación (dB/m)
R 40	3.2-5.0	0.024
R 58	4.6-7.2	0.041

R 70	5.4-8.5	0.055

Cuadro 1.4: Atenuación unitaria de guías de onda.

1.5.6.2.- Antenas.

Las antenas que se utilizan en los radioenlaces, son las antenas parabólicas o reflectoras de tipo bocina. Para frecuencias superiores a 2 GHz, el diámetro máximo de las parábolas es de unos 3 metros.

Las antenas en lo referente a la Ingeniería de Radioenlaces, tienen que ver en tres aspectos:

a) Ganancia Isótropa.
b) Ancho del haz.
c) Diagrama o Lóbulo de Radiación.

La *ganancia* viene dada por la siguiente relación:

$$g = k\,(4\pi S_g)/\lambda^2 = (4\pi/\lambda^2).S_e \qquad \text{Ecuación (1.1)}$$

S_g = Superficie geométrica de la abertura

k = Rendimiento , comprendido entre 0.55 y 0.6

S_e = Area efectiva

$$S_g = \pi D^2/4 \qquad \text{Ecuación (1.2)}$$

$$g = k\,(\pi^2 D^2/\lambda^2) \qquad \text{Ecuación (1.3)}$$

En dB se tiene:

$$G(dB) = 20.4 + 10.\log k + 20.\log D(m) + 20.\log f(GHz) \qquad \text{Ecuación (1.4)}$$

$$AB(^\circ) = 70\,(\lambda/D) \qquad \text{Ecuación (1.5)}$$

El *diagrama de radiación* se lo suele representar de manera normalizada, asignando

convencionalmente 0 dB a la máxima radiación e indicando niveles de 10, 20, 30 dB por debajo de este máximo, todo ello en función del ángulo con respecto al eje de la antena en un sistema de coordenadas polares.

Los lóbulos de radiación de las antenas parabólicas son muy directivas, donde un ejemplo de este tipo de lóbulos de radiación se muestra en la figura 1.5.

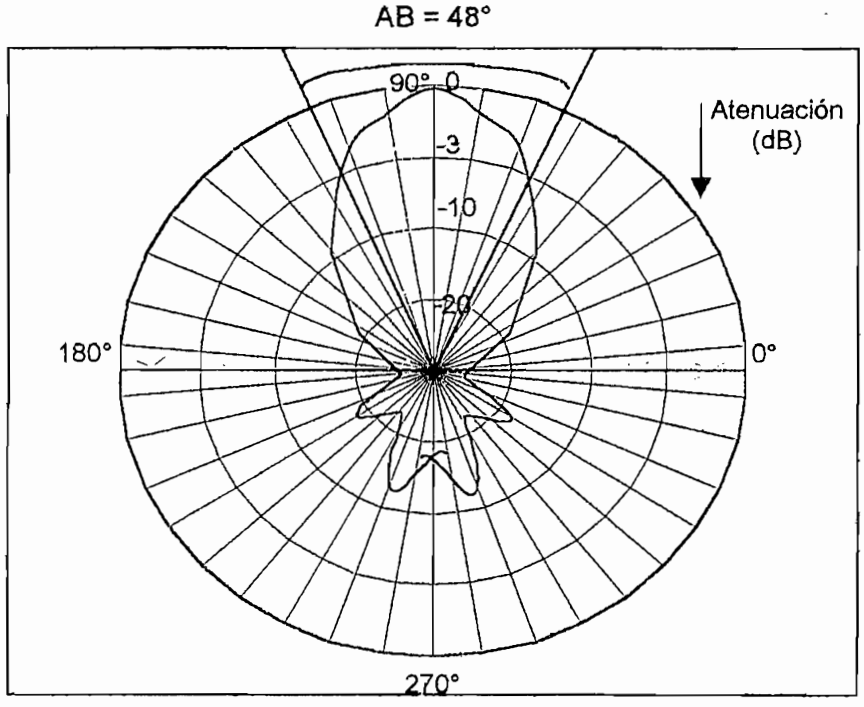


Fig. 1.5

Lóbulo de radiación de una antena parabólica.

Cuando no se disponen de estos diagramas de radiación, pueden utilizarse mediante la siguiente ecuación semiempírica dada por la recomendación I-164 de la UIT-R para frecuencias en la gama de 1 a 40 GHz y siempre que la relación D/λ sea inferior a 100:

$$G(dB) = 52 - 10.\log (D/\lambda) - 10.\log \psi \quad \text{para } \{100/(D/\lambda)\}^{\circ} \leq \psi < 48^{\circ} \quad \text{Ecuación (1.6)}$$

$$G(dB) = 10 - 10.\log (D/\lambda) \quad \text{para } 48^{\circ} \leq \psi < 180^{\circ} \quad \text{Ecuación (1.7)}$$

1.5.6.3.- Repetidores Pasivos.

Son utilizados cuando resulta necesario cambiar la dirección de un trayecto de propagación y no es posible o resulta inconveniente, desde el punto de vista económico la instalación de un repetidor convencional. Pueden estar constituidos de un par de antenas parabólicas o un reflector plano .

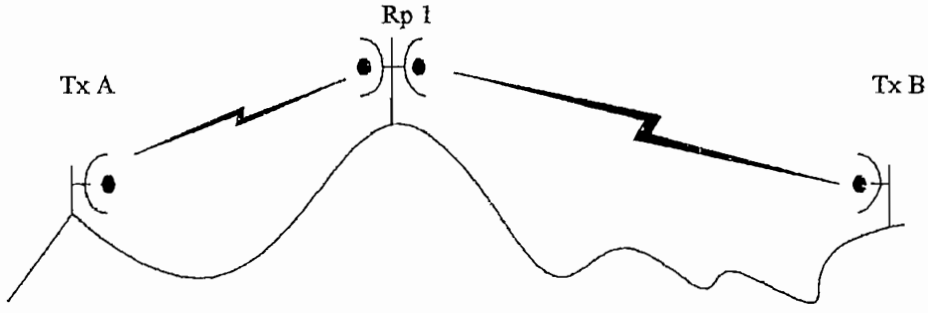


Fig. 1.6

Utilización de repetidores.

1.6.- SISTEMAS DE RADIOCOMUNICACIONES MOVILES.

1.6.1.- INTRODUCCIÓN.

Los sistemas de radiocomunicaciones móviles son aquellos que permiten el intercambio de información entre terminales móviles, a bordo de vehículos o transportados por personas y terminales fijos a través de un medio de transmisión radioeléctrico, con ciertas características de calidad determinadas. Es aquí donde se puede aprovechar plenamente el carácter inalámbrico de los enlaces radioeléctricos y la movilidad inherente al mismo.

Los sistemas móviles son de cobertura zonal, pudiendo estar los terminales en cualquier punto del área de cobertura. Ello implica una variación continua del trayecto de propagación, lo cual tiene una importancia decisiva en el diseño de los sistemas radiomóviles.

Estos sistemas permiten efectuar conexiones entre usuarios fijos desde centros de control o a través de red telefónica, con usuarios móviles que dispongan del equipo apropiado, constituyéndose de este modo enlaces de telecomunicación de gran ubicuidad, versatilidad y flexibilidad.

El Reglamento de Radiocomunicaciones, define el servicio móvil como un servicio de radiocomunicaciones entre estaciones móviles y estaciones terrestres o entre estaciones móviles únicamente. Distingue tres clases de servicios móviles, ya sea por medios terrenales o por satélite:

- Servicio móvil terrestre.
- Servicio móvil marítimo.
- Servicio móvil aeronáutico.

Las redes móviles terrestres se iniciaron en ámbitos restringidos para el establecimiento de las comunicaciones en tareas de despacho, para la gestión de las actividades de flotas de vehículos en aplicaciones tales como servicios de policía, mantenimiento de distribución de agua, gas, electricidad, servicios de emergencia, ambulancias, servicios de protección civil, bomberos etc.

Debido a la escasez, cada vez mayor, de canales de RF para el servicio móvil se están utilizando ya en sistemas más avanzados con técnicas de acceso múltiple, basadas en la compartición de frecuencias, denominadas de concentración de enlaces (trunking), sobre todo en aplicaciones con un elevado número de terminales.

La pauta de evolución de las comunicaciones móviles está basada en el desarrollo de los sistemas de control de las mismas. De los primeros métodos de señalización y control basados en corriente continua y tonos, se ha evolucionado a un control muy sofisticado basado en señalización digital.

Ello ha permitido la realización práctica de los sistemas de trunking y el grado de

madurez alcanzado hace viable técnica y económicamente la interconexión entre las redes móviles y la red telefónica pública conmutada, estableciéndose sistemas nuevos, denominados de telefonía móvil automática (TMA*), con coberturas que se extienden desde el territorio nacional a un continente entero. Modernamente se están utilizando las técnicas digitales para las comunicaciones móviles, como son acceso múltiple por división de tiempo (TDMA*) de banda ancha y estrecha, y el acceso múltiple por división de código (CDMA*) con técnicas de espectro ensanchado.

Gracias a estas técnicas, se pueden realizar sistemas de radiomensajería unidireccional o radiobúsqueda, así como los sistemas móviles de cobertura limitada al interior de edificios, (sistemas indoor), para el establecimiento de comunicaciones inalámbricas entre personas (teléfonos inalámbricos) y con computadoras (redes inalámbricas WLAN*).

1.6.2.- COMPOSICION DE UN SISTEMA DE RADIOCOMUNICACIONES MOVILES.

Todo sistema de radiocomunicaciones móviles está compuesto de la siguiente manera:

- Estaciones Fijas (FS*).
- Estaciones Móviles (MS*).
- Equipos de Control (CE*).

1.6.2.1.- Estaciones Fijas.

Una FS es aquella estación radioeléctrica, que como su nombre lo indica, permanece fija en un solo lugar, es decir no está prevista para su utilización en movimiento.

Las estaciones fijas poseen la siguiente clasificación:

1. Estación Base (BS*).
2. Estación de Control (CS*).
3. Estación Repetidora (RS*).

1.6.2.1.1.- Estación Base.

Es una estación radioeléctrica fija, su funcionamiento se lo realiza en forma directa, desde una unidad de control situada en un punto especificado, donde el control puede ser local o remoto, mediante líneas telefónicas o radioenlaces.

1.6.2.1.2.- Estación de Control.

Es una estación fija operacional, cuyas transmisiones se utilizan para controlar automáticamente las emisiones o el funcionamiento de otra estación de radio en un determinado lugar. Por lo general son usadas para controlar la estación base o una repetidora.

1.6.2.1.3.- Estación de Repetidoras.

Son estaciones fijas que retransmiten las señales recibidas y gracias a sus características técnicas y situación estratégica, hacen posible el logro de una cobertura determinada del sistema.

1.6.2.2.- Estaciones Móviles.

Una MS es una estación radioeléctrica del servicio móvil prevista para su utilización en movimiento o que efectúa paradas en puntos indeterminados. Las estaciones móviles incluyen a los equipos portátiles o de mano.

1.6.2.3.- Equipos de Control.

Son aquellos equipos que en conjunto forman los dispositivos necesarios para realizar el gobierno de las estaciones base, la generación y recepción de llamadas, transferencia de llamadas a red telefónica privada, señalización de canales, etc.

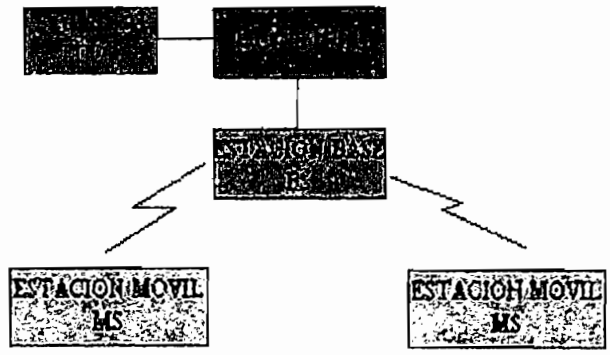


Fig. 1.7

Composición de un sistema de comunicaciones móviles.

1.6.3.- CLASIFICACION DE LOS SISTEMAS DE RADIOCOMUNICACIONES MOVILES.

Los sistemas de radiocomunicaciones móviles pueden clasificarse de la siguiente manera:

1. Por la banda de frecuencias utilizada:
   Bandas VHF
   Banda III
   Banda UHF

2. Por la modalidad de explotación:
   Simplex
   Half duplex (Semidúplex)
   Full duplex (Dúplex)

3. Por el tipo de sistema de control:
   Control local
   Control remoto

1.6.4.- CLASES DE CANALES EN COMUNICACIONES MOVILES.

Los canales radioeléctricos en comunicaciones móviles pueden clasificarse de la siguiente manera:

- Simplex (a 1 o 2 frecuencias)
- Half duplex (Semidúplex)
- Full duplex (Dúplex)

1.6.4.1.- Canales Simplex.

Los canales simplex a una frecuencia utilizan la misma frecuencia f_1 para cada sentido de transmisión. La transmisión y recepción se efectúan en forma secuencial, en un sentido a la vez. La principal ventaja que presentan estos canales es su sencillez, ya que al utilizar una sola frecuencia que soporta ambos sentidos de transmisión, con lo cual se puede decir que utilizan bien el espectro.

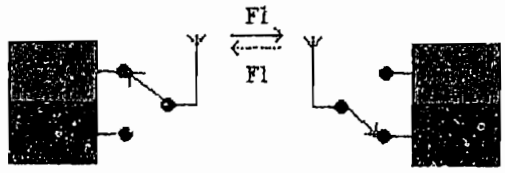
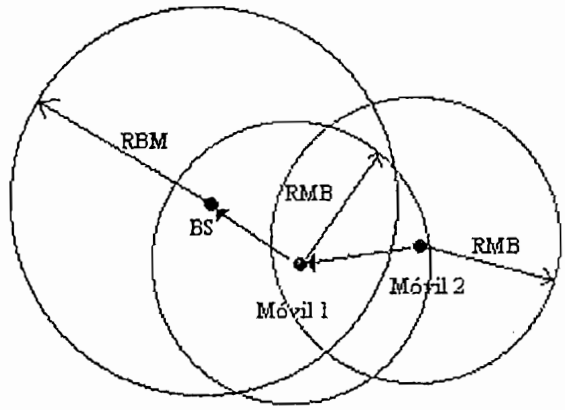


Fig. 1.8
Comunicación simplex.

Entre las principales ventajas e inconvenientes tenemos a los siguientes:

El retroalcance móvil-base (R_{MB}*) es menor al alcance base-móvil (R_{BM}*) , la

utilización de la misma frecuencia permitirá , en ocasiones , una comunicación desde un móvil que no alcanza a la base a través de otro que tiene enlace con ésta . En la figura 1.9 se muestra que la estación base puede hablar con los móviles M1 Y M2 situados dentro de su zona de alcance . M1 puede enlazar con la base , pero no así M2 .



R_{BM} : Alcance de la estación de base.
R_{MB} : Retroalcance de la estación móvil

Fig. 1.9

Retroalcance móvil-base y viceversa, comunicación entre estaciones móviles .

Por lo tanto, puede hacerse llegar la respuesta de M2 a la base pasándola a través de M1.

1.6.4.2.- Canales Simplex a 2 frecuencias.

Se establecen canales a 2 frecuencias f1 y f2 debida a la separación Tx/Rx necesaria para evitar problemas de bloqueo que pueden originarse en frecuencia, la separación entre estas es de 4 a 5 MHz.

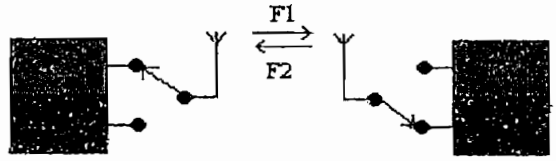


Fig. 1.10

Comunicación simplex a dos frecuencias.

Gracias a esta separación de frecuencias, aunque dos estaciones estén próximas entre sí, no se producen efectos perjudiciales sobre sus receptores. Estos sistemas permiten una utilización más eficaz del espectro radioeléctrico.

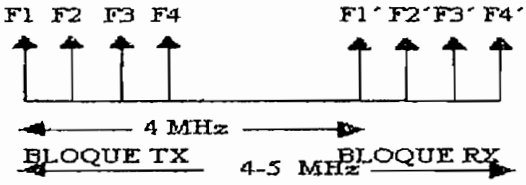


Fig. 1.11

Espectro de frecuencias de 4 transceptores.

En la figura 1.11 se ilustra un ejemplo para 4 transceptores, donde se pueden acomodar 4 frecuencias en un ancho de banda de 4 a 5 MHz. El principal inconveniente que presentan, es que, los móviles no pueden hablar entre sí y solo pueden hacerlo con la base.

1.6.4.3.- Canales Half duplex.

Se configura la estación base de forma que retransmita las señales que reciba para lograr la comunicación todos contra todos en los canales simplex a 2 frecuencias. Por tanto, la estación base funciona en *full duplex* y los móviles en *simplex*, a este sistema de circuitos se los denomina half duplex.

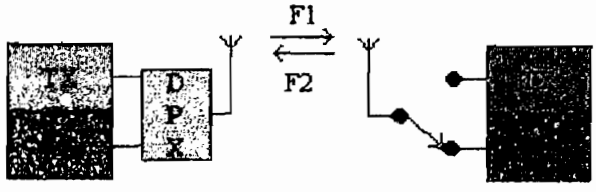


Fig. 1.12

Comunicación Half duplex.

La estación base transmite en F1 y recibe en F2 y los móviles transmiten en F2 y

reciben en F1 (frecuencias cruzadas). La estación base dispone de un duplexer y los móviles utilizan un conmutador de antena . Para un funcionamiento eficaz del duplexer en la estación base, se requiere de una separación mínima de frecuencias de unos 200 KHz entre F1 y F2.

Con este sistema de comunicación directa móvil-móvil no es posible sin pasar por el repetidor .

1.6.4.3.- Canales Full duplex.

En estos sistemas, la estación base (BS) transmite en F1 y recibe en F2 y la móvil transmite en F2 y recibe en F1 .

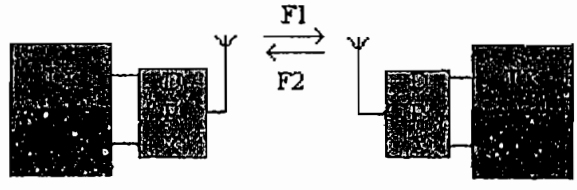


Fig. 1.13

Comunicación Full duplex.

Tanto la BS y MS disponen de duplexers para permitir la transmisión y recepción de manera simultánea. En estos sistemas se requiere un radiocanal diferente para enlazar cada móvil con la BS, la cual debe ser multicanal, es decir, constar de tantos transceptores como canales se hayan establecido. Tampoco es posible en este sistema la comunicación directa móvil-móvil sin pasar por la base. Para que el duplexer móvil funcione satisfactoriamente, se requiere una separación de frecuencias mayor o igual a unos 3 MHz.

CAPITULO 2

REDES INALAMBRICAS

HIPERLAN

2.1.- INTRODUCCION.

Las redes de computadoras son simplemente la unión de dos o más computadoras mediante un medio físico (conductores, cables, fibra óptica), para crear una comunicación entre ellos que les permita compartir información y recursos, en una red inalámbrica el medio físico es un medio no guiado, en este caso el espacio libre. En la última década, esta tecnología ha sido ampliamente discutida y estudiada, ya que es una de las más prometedoras, en lo referente a comunicar computadoras de manera inalámbrica, ya sea mediante ondas electromagnéticas o luz infrarroja.

Una red inalámbrica presta esencialmente el mismo servicio que una red cableada tradicional, la ausencia de cableado hace a la red mucho más flexible: así la relocalización de un nodo es inmediata, a diferencia del trabajo que presenta mover un nodo en una red cableada convencional.

Las ventajas que prestan las redes inalámbricas son varias, entre las cuales vemos que facilitan la operación en lugares donde la computadora no puede permanecer en

un solo lugar, como en oficinas que se encuentran en varios pisos de un mismo edificio o en almacenes, permite mayor movilidad y comodidad, facilidad en la instalación ya que evita obras para tirar cable por muros o techos.

Estas redes inalámbricas son apropiadas para la utilización de computadoras portátiles o dispositivos de telemetría, lo cual permite la movilidad, sin sacrificar las ventajas de estar conectado a una red. Las redes inalámbricas, traspasan edificios, paredes, está lista para la acción en pocos minutos, permite a sus usuarios trabajar en red desde equipos portátiles y todo esto sin cables, otra ventaja es cuando la disposición física del edificio haga imposible la instalación del cableado.

Hace tiempo, el tener 2 Mbits/s para la velocidad de transmisión de datos era la principal objeción a las WLAN. Ahora, con la aparición de la norma 802.11 y HIPERLAN, las WLANs permiten conexiones robustas a velocidades de transmisión de datos de hasta 54 Mbits/s (en la actualidad ya existen equipos que permiten conectar a las computadoras a una velocidad sobre los 400 Mbits/s), con lo que el caudal de transmisión inalámbrica se ubica en la misma escala que muchas redes cableadas.

Las aplicaciones verticales de las WLAN son generalmente pequeñas y requieren únicamente movilidad a lo largo de varios APs de la misma subred corporativa (por ejemplo, dentro de un único edificio). El despliegue de una WLAN de propósito general a lo largo de un recinto corporativo requiere inteligencia adicional para proporcionar una itinerancia sin discontinuidades a través de APs y varias subredes. Para resolver este problema han aparecido dos enfoques tecnológicos. La adopción de DHCP, que cede a los usuarios una dirección IP temporal cada vez que se conecta a la red, ha mitigado el problema para los usuarios IP que desconectan o suspenden sus ordenadores portátiles cuando se van moviendo de edificio en edificio. En el futuro, el trabajo del la IETF llevará a un estándar de IP Móvil (actualmente RFC 2002) que proporcionará una itinerancia sin discontinuidades

basada en normas, incluso cuando los usuarios dejen encendidos sus portátiles al atravesar las subredes.

Las comunicaciones inalámbricas abrieron un punto de vulnerabilidad en la transmisión de datos, especialmente puesto que podían radiar fuera del área de transmisión deseada. Esto se ha afrontado mediante mecanismos de control de acceso, así como mediante el cifrado de los datos que fluyen por la red inalámbrica.

La falta de estándares también ocasionaba precios altos que han bajado desde entonces; los costos de las WLAN han caído desde aproximadamente $1.000 por usuario hasta aproximadamente $200-300 por usuario.

Existen 2 categorías de redes inalámbricas de:

1.- Corta distancia.
2.- Larga distancia.

2.1.1.- REDES DE CORTA DISTANCIA.

Estas redes son utilizadas para interconectar varias máquinas entre sí, las cuales se encuentran dentro de una distancia de alrededor de pisos en un edificio (redes LAN*), todo un almacén, con velocidades desde los 280 Kbits/s hasta los 400 Mbits/s.

2.1.2.- REDES DE LARGA DISTANCIA.

Estas redes nacen de la necesidad de interconectar una máquina con otra geográficamente separadas, por esto nacen las redes de área extendida (WAN*), las cuales pueden cubrir desde una ciudad hasta varios países circunvecinos, sus velocidades de transmisión son menores a las redes de corta distancia, están en el orden de los 4.8 Kbits/s hasta los 54 Mbits/s.

Existen 2 tipos de redes de larga distancia:

1.- Redes de Conmutación de Paquetes.
2.- Redes Telefónicas Celulares.

2.2.- REDES DE AREA LOCAL INALAMBRICAS .

Las redes de área local inalámbricas (WLAN*), son redes que cubren extensiones pequeñas, de alrededor de unos 100 a 1000 metros, son apropiadas para el tratamiento eficaz del tráfico a ráfagas, que caracteriza la actividad de las computadoras. A las WLAN se las puede interconectar mediante radiofrecuencia con lo que permiten tener una red WAN inalámbrica, la cual cubra un área mucho mayor.

Una WLAN es una red local que emplea la tecnología de radiofrecuencia para enlazar los equipos conectados en red, en lugar de cobre o de fibra óptica. Este sistema de comunicación de datos es muy flexible, muy utilizado como alternativa a la LAN cableada o como una extensión de ésta. Utiliza tecnología de radiofrecuencia que permite mayor movilidad a los usuarios al minimizarse las conexiones cableadas.

Ciertas limitaciones de las LAN cableadas pueden ser superadas mediante la utilización de técnicas radioeléctricas avanzadas, como arquitecturas radioeléctricas de celdas combinadas con técnicas de modulación de gran adaptabilidad. Pueden interconectarse celdas a la red utilizando enlaces por cable u otros medios radioeléctricos.

Las WLAN se diferencian de las convencionales principalmente en la capa física y la capa enlace, según el modelo de referencia ISO/OSI*. La capa física indica como son enviados los bits de una estación a otra. La capa enlace, específicamente en la subcapa MAC, se encarga de describir como se empaquetan y verifican los bits de

modo que no tengan errores. Las demás capas se conforman de los protocolos, sobre la subcapa MAC hay que definir la subcapa LLC mediante la cual se realizará el nexo entre las capas superiores. Para comunicarse con otras redes o computadoras se utilizan puentes, ruteadores o compuertas.

2.2.1.- TECNOLOGIAS QUE REEMPLAZAN LA CAPA FISICA.

Los métodos para reemplazar la capa física en una red WLAN son la transmisión de radiofrecuencia y la luz Infrarroja.

Según el diseño, se tienen distintas tecnologías aplicables :

1. Infrarrojos.
2. Láser.
3. Banda Estrecha.
4. Banda Ancha.

2.2.1.1.- Infrarrojos.

Los infrarrojos son ondas electromagnéticas, que usan frecuencias muy altas , en el rango de frecuencia de los 0.3 a los 300 THz (en longitudes de onda de 1μm a 1mm), para el transporte de datos, éstas se propagan en línea recta y al igual que la luz no puede traspasar los cuerpos opacos. Por tal motivo es necesario para la comunicación, visibilidad directa (línea de vista), pudiendo alcanzar distancias de hasta 200 metros entre cada emisor y receptor. Se utilizan en redes personales de área reducida y ocasionalmente en LAN específicas.

2.2.1.2.- Láser.

Antes de consolidar su gran potencia de aplicación, debe resolver importantes

cuestiones en este amplio terreno de las redes inalámbricas.

2.2.1.3.- Banda Estrecha.

Se transmite y recibe en una banda de frecuencia lo más estrecha posible para el paso de la información. Los usuarios tienen distintas frecuencias de comunicación de modo que se evitan las interferencias. Así mismo un filtro en el receptor de radio se encarga de dejar pasar únicamente la señal esperada en la frecuencia asignada.

2.2.1.4.- Banda Ancha.

Esta tecnología es la más utilizada por los sistemas sin cable. Se consume más ancho de banda pero la señal es más fácil de detectar, el receptor conoce los parámetros de la señal que se ha difundido. En caso de no estar en la correcta frecuencia del receptor, la señal aparece como ruido de fondo.

2.3.- NORMALIZACION DE LAS REDES INALAMBRICAS.

La Unión Internacional de las Telecomunicaciones (UIT*), sector de las Radiocomunicaciones (UIT-R), las ha denominado Radio LAN (RLAN*) y ha hecho su propio estudio en la recomendación F-1244.

En 1988, en el seno IEEE 802, se forma el Comité IEEE 802.4L como parte de IEEE 802.4L Token bus, en 1990 cambió su nombre a IEEE 802.11 que empieza a trabajar para tratar de generar una norma para las WLAN. Pero no hasta 1994 cuando aparece el primer borrador.

Los aspectos técnicos de este estándar acabaron de ser definidos en 1997, desde el principio inesperadamente fue un gran esfuerzo, el grupo 802.11 desarrolló una estructura para incorporar asuntos inalámbricos específicos como control de energía,

administración de frecuencias, roaming y autentificación en un estándar LAN.

En 1992 se crea Winforum, consorcio liderado por Apple y formado por empresas del sector de las telecomunicaciones y de la informática para conseguir bandas de frecuencia para los sistemas PCS*.

En el mismo año, ETSI*, a través del Comité ETSI-RES10, inicia actuaciones para crear una norma a la que denominaron HIPERLAN*, para en 1993, asignar las bandas de 5.2 y 17 GHz. También se constituye la IRDAC*, para promover el desarrollo de las WLAN basadas en enlaces infrarrojos.

En 1996, un grupo de empresas del sector de informática móvil (mobile computing) y de servicios, que forman el WLI Forum* para potenciar este mercado mediante la creación de un amplio abanico de productos y servicios interoperativos.

2.4.- EL ESTANDAR IEEE 802.11.

El Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE*), integra en el capítulo 802 las normas concernientes a las redes LAN: la IEEE 802.3 marca los criterios para Ethernet, IEEE 802.4 para las redes Token Bus y la IEEE 802.5 para las Token Ring.

En 1990 se constituyó una comisión con el objeto de definir las normas para las redes locales en radiofrecuencia o WLAN, marcando al proyecto con el código 802.11, que contenía la parte relacionada con la comunicación por aire. La intención era dar la oportunidad de conectar 2 sistemas diferentes y de marcas diferentes de manera que pudieran intercambiar datos, sin preocuparse por definir otros elementos, por ejemplo los protocolos de transmisión o de red.

La IEEE 802.11 define la primera capa y la mitad de la segunda del modelo ISO/OSI, por consiguiente se ha trabajado, tan solo en las dos primeras capas de las siete, del

modelo de referencia ISO/OSI, la capa física en cualquier red define el tipo de modulación y características de señalización para la transmisión de datos, y se tiene mayor hincapié en la subcapa MAC* y no en la subcapa LLC* que forman la capa enlace.

En cuanto a la capa física aparecen tres opciones básicas: infrarrojos (que funciona en banda base), DSSS y FHSS, estas dos últimas en la banda de 2,4 GHz. Las tres permiten velocidades de 1 y 2 Mbps.

Por lo que se refiere a la capa MAC, se definen como mecanismos de acceso la red de "infraestructura" y la red "ad hoc".

La primera establece mecanismos de comunicación entre el entorno inalámbrico y los recursos de la red cableada en la que se enmarca la WLAN "la red convencional" mediante equipos conocidos como puntos de acceso o AP.
Estos puntos de acceso, que definen el área de cobertura, no sólo proporcionan el transporte de información entre la WLAN y la red cableada sino que también controlan el tráfico inalámbrico en su propio entorno.

La red Ad Hoc es la propia red inalámbrica y proporciona comunicaciones peer-to-peer entre sus usuarios sin necesidad de troncal.

El día 16 de septiembre de 1999, en Santa Rosa (California), el Working Group for WLAN aprobó los suplementos 802.11a y 802.11b a la norma existente. En concreto, 802.11 basa la modulación de los datos en multiplexación por división en frecuencia ortogonal (OFDM). La principal ventaja de esta clase de modulación radica en su resistencia a los ecos multicamino (multipath), típicos en entornos móviles e interiores.

Cada símbolo OFDM está constituido por 52 subportadoras, de las que 48 transportan datos y las cuatro restantes sirven de pilotos de referencia de fase. Por

otra parte, las especificaciones de la capa física abarcan un intervalo de velocidades de transmisión de datos comprendido entre 6 y 54 Mbits/s, con un espaciado de 20 MHz entre canales adyacentes.

Todas las implementaciones deben soportar 6, 12 y 24 Mbits/s y existen extensiones opcionales para 9, 18, 36, 48 y 54 Mbits/s. El margen de velocidades de transmisión de datos es suficiente para la adaptación del amplio rango de características de canales de radio a entornos interiores y exteriores.

El mecanismo de multiplicidad de velocidades del protocolo MAC garantiza que todos los dispositivos puedan establecer comunicación entre sí a la mejor velocidad de transmisión de datos en el canal presente.

La modulación empleada en 802.11b es CCK (Complementary Code Keying), que proviene de la tecnología de espectro ensanchado por secuencia directa (DSSS). El mecanismo de multiplicidad de velocidades del MAC garantiza que el funcionamiento a 11 Mbps permita conmutación de retorno a 5,5 Mbps si el canal de radio está por debajo del valor requerido a causa de la distancia entre estaciones o de interferencias.

2.4.1.- ARQUITECTURA DE RED.

El conjunto de servicio básico (BSS*) es el bloque de construcción fundamental de la arquitectura IEEE 802.11. Un BSS es definido como un grupo de estaciones que se encuentran bajo el control de una única función coordinada (DCF* o PCF*).

El área geográfica cubierta por el BSS se la conoce con el nombre de área básica de servicio (BSA*), la cual es análoga a una celda en la red celular de comunicaciones. Conceptualmente todas las estaciones en un BSS pueden comunicarse directamente entre sí con cada una de ellas, sin embargo, la degradación o corrupción del medio de transmisión debida a trayectos múltiples (multipath fading), interferencia de BSS

cercanos los cuales reutilizan las mismas características de la capa física, pueden causar el aparecimiento de estaciones ocultas para el resto de estaciones, lo cual trae el problema de las colisiones.

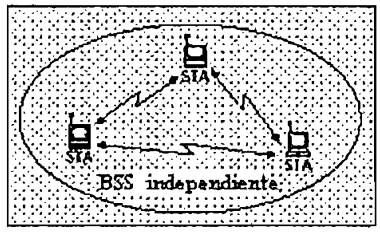


Fig. 2.1
Red Ad Hoc.

En la figura 2.1 se hace una ilustración de un BSS independiente (IBSS*) el cual toma el nombre de red Ad Hoc en el estándar IEEE 802.11.
Una red Ad Hoc es una agrupación de estaciones dentro de un único BSS para el propósito de la interconectividad comunicacional sin la ayuda de una red Infraestructura. Cualquier estación puede establecer una sesión de comunicaciones directa con alguna otra estación en la BSS, sin el requisito de canalizar todo el tráfico, centralizando a través de un punto de acceso (AP*).

En contraste con la red Ad Hoc, la red Infraestructura admite usuarios inalámbricos con servicios específicos y una extensión del alcance. En el contexto de la IEEE 802.11 son establecidos el uso de APs. El AP es análogo a la estación base en una red celular de comunicaciones. El AP supone extensión del alcance para suministrar la integración de los puntos de acceso necesarios para la conectividad de red entre varios BSSs, para así formar un conjunto de servicios extendido (ESS*).

El ESS consiste de múltiples BSSs que son integrados conjuntamente, usando un sistema común de distribución (DS*). El DS puede ser conceptualmente como un backbone del cual se responsabiliza la subcapa MAC, para transmitir unidades de

servicio MAC (MSDU*), por consiguiente, el DS podría ser una LAN cableada IEEE 802.3 Ethernet, IEEE 802.4 Token Bus, IEEE 802.5 Token Ring, FDDI, MAN u otro medio inalámbrico IEEE 802.11.

Hay que distinguir que mientras el DS puede, físicamente utilizar el mismo medio de transmisión, ellos son lógicamente diferentes, porque el DS es solamente usado como un backbone para transferir paquetes entre diferentes BSS en el ESS.

Un ESS puede proveer acceso a usuarios inalámbricos dentro de una red cableada, tal como Internet, esto es logrado por medio de un dispositivo conocido con el nombre de portal. El portal es una entidad lógica, que especifica el punto de integración sobre el DS donde la red IEEE 802.11 se integra con una red que no es IEEE 802.11. Si la red es IEEE 802.x, el portal incorpora funciones que son análogas a la de un puente, que es la de proveer extensión de alcance y la translación entre diferentes formatos de trama.

En la figura 2.2 se ilustra un simple ESS desarrollado con dos BSS, un DS y un portal de acceso a una LAN cableada.

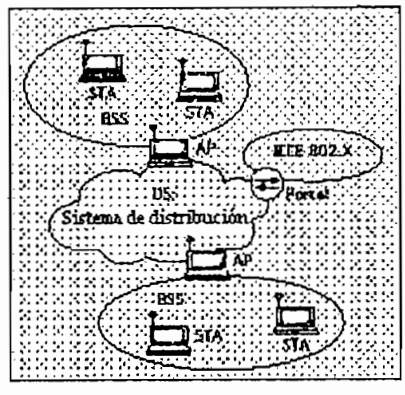


Fig. 2.2

Red Infraestructura.

2.4.2.- LA CAPA FISICA.

La capa física es la que está en contacto con el medio de transmisión, gracias al interfaz físico, es la responsable de depositar en el medio de transmisión las tramas que recibe de la capa enlace y hace la adaptación con el medio de transmisión convirtiéndolas en bits y en el otro lado recibir del medio de transmisión los bits de datos, como el medio de transmisión es un medio no guiado, necesariamente se debe realizar la modulación de las señales a transmitirse, por otro lado el medio de transmisión hace que la señal transmitida llegue atenuada al receptor y con ciertas señales no deseadas, el estándar IEEE 802.11 especifica tres tipos de técnicas:

a) Secuencia Directa
b) Salto de Frecuencia e
c) Infrarrojos.

Nota. En lo referente al estándar IEEE 802.11b, especifica únicamente la técnica de secuencia directa.

La FCC* permitió la operación sin licencia de dispositivos que utilizan 1 vatio de energía o menos , en 3 bandas de frecuencia:

- 902 a 902.8 MHz (26 MHz de ancho de banda)
- 2400 a 2483 MHz (83.5 MHz de ancho de banda)
- 5725 a 5850 MHz (125 MHz de ancho de banda)

Estas bandas de frecuencias llamadas ISM*, estaban anteriormente limitadas a instrumentos científicos, industriales y médicos. Para minimizar la interferencia, las regulaciones de FCC estipulan que una técnica de señal de transmisión llamada modulación por espectro ensanchado (spread spectrum modulation), la cual tiene una potencia máxima de 1 vatio deberá ser usada en la banda ISM.

2.4.2.1.- Tecnología del Espectro Ensanchado (Spread Spectrum).

Lo que fue una vez un modo de comunicación cubierto por el secreto ha entrado en el mercado de consumo en forma de enlaces Ethernet por radio (redes inalámbricas), teléfonos inalámbricos, servicio de posicionamiento global (GPS*), sistemas de comunicación personal (PCS*) y telefonía celular digital (CDMA*).

En 1980, la FCC expresó su deseo de extender las comunicaciones de espectro ensanchado fuera del terreno militar y permitir a los radioaficionados experimentar con las comunicaciones de espectro ensanchado. La FCC en el título 47, sección 303 del Código Federal de Regulaciones (CFR*).

Espectro Ensanchado es una forma de transmisión de datos, a través de ondas electromagnéticas, diseñada especialmente para minimizar la interferencia entre múltiples usuarios, evitar la interferencia de señales externas, evitar la intervención de las transmisiones y aumentar la velocidad de transmisión de datos.

En el Ecuador la realización del diseño para la implementación y operación de los sistemas de espectro ensanchado, se lo llevará a cabo de acuerdo con la norma publicada por el CONATEL* en el Registro Oficial N.- 215, de la resolución N.- 538-20-CONATEL-2000, ya que en ella se dispone la norma de la instalación y operación de los sistemas de radiocomunicaciones que utilizan la técnica de espectro ensanchado, ésta norma se encuentra en el anexo 2.

A diferencia de tecnologías de transmisión de datos anteriores como en banda estrecha, que transmitía datos a través de un simple, angosto y restringido rango de frecuencias, espectro ensanchado, tal como su nombre lo indica, reparte la señal en un amplio rango de frecuencias. Durante la transmisión, cada bit de datos es multiplicado antes de ser transmitido por distintos canales, de manera que la transmisión sea redundante y asegure siempre una recepción completa.

El amplio rango de frecuencias sobre el que espectro ensanchado transmite, es dividido entre diferentes canales, por lo que se transite en paralelo, la información es enviada de forma redundante.

Esta multiplicación de los datos antes de ser trasmitidos es una de las razones clave que hacen la diferencia en seguridad de espectro ensanchado. Si cualquier parte de los datos se pierde o es interferido, la redundancia permite al sistema reconstruir el dato completo del resto de las señales que llegaron sin ser interferidas, a través de otros canales.

Un sistema de RF no es mejor necesariamente, si transmite más rápido o si tiene mayor alcance. Las leyes de la física que rigen la propagación de ondas electromagnéticas (como las de radio) en el aire y que son comunes a todas las tecnologías, indican que a mayor razón de transmisión de datos, menor alcance y menor cobertura. Un sistema basado en banda estrecha transmitiendo a la misma velocidad de datos de un sistema de espectro ensanchado, tendrá el mismo alcance.

El compromiso de aumentar la eficiencia en la velocidad de transmisión de datos y la seguridad, ha hecho a las tecnologías ir aumentando paulatinamente la frecuencia de transmisión y por lo tanto la velocidad de los datos. Esto ha llevado a la disminución del alcance de las unidades de accesos inalámbricos, para solucionar este problema se desarrollaron soluciones de roaming, que utilizan el mismo concepto que el de los teléfonos celulares y que permiten aumentar la velocidad de transmisión de datos, asegurando la cobertura, con la colocación de varios AP, a los que los terminales portátiles se conectan, de acuerdo a su ubicación dentro de las dependencias de trabajo.

Esto unido a la disminución de los costos, ha hecho que la tendencia de la tecnología vaya hacia los sistemas que, asegurando una amplia cobertura, por medio de diseños de redes descentralizadas, puedan entregar un mayor desempeño y seguridad, a un costo cada vez menor.

Entre las ventajas principales de utilizar este tipo de tecnología tenemos:

- La posibilidad de aumentar el volumen de datos por la red RF sin afectar los tiempos de respuesta del sistema, con la nueva tecnología se podrá obtener velocidades de hasta 54 Mbits/s entre dispositivo RF y un AP a una red.
- La posibilidad de implementar un sistema RF/DC* sin la necesidad de pedir una licencia exclusiva del uso del espectro radioeléctrico a las autoridades pertinentes.
- Resiste a interferencias intencionadas y no intencionadas.
- Puede eliminar el efecto de interferencias de múltiples formas.
- Puede compartir la misma frecuencia con otros usuarios (overlay).
- Nos brinda la característica de la privacidad.

Entre los principales inconvenientes tenemos:

- Ancho de banda ineficiente.
- La implementación es compleja.

Hay varias propiedades únicas que surgen como resultado de la secuencia de código pseudoaleatoria y la amplia señal de ancho de banda que resulta de extender la propagación. Dos de ellas son direccionamiento selectivo y la multiplexión por división de código. Mediante la asignación de un código dado a un único receptor o a un grupo de receptores, pueden ser direccionados individualmente o por un grupo de otros receptores asignados con un código diferente. Los códigos pueden ser elegidos también para minimizar la interferencia entre grupos de receptores eligiendo aquellos que tengan posibilidades de correlación de cruces escasas. De esta forma, se puede transmitir más de una señal al mismo tiempo en la misma frecuencia.

El direccionamiento selectivo y el acceso múltiple por división de código (CDMA) se implementan mediante estas codificaciones. Un segundo conjunto de propiedades es su baja probabilidad de interceptación (LPI) y contra interferencias. Cuando la

inteligencia de la señal se extiende varios MHz del espectro, el espectro de energía resultante es también extendido.

Esto produce que la energía transmitida se extienda sobre un amplio ancho de banda y hace que su detección en sentido normal (sin el código), muy difícil. Ya que LPI no es una aplicación típica para radioaficionados, sería mejor renombrar esta propiedad como "reducción de interferencia". Así, la técnica de espectro ensanchado puede sobrevivir en un entorno adverso y coexistir con otros servicios en la banda. La propiedad de ser contra interferencia es resultado del amplio ancho de banda usado para transmitir la señal.

Otra de las razones más importantes para usar espectro ensanchado es de que posee habilidad de discriminar contra interferencia multicanal. Con la implementación de un receptor que permita que los canales de señal individual sean detectados por separado y coherentemente combinados con otros canales para prevenir pérdidas graduales, también proporciona un efecto de diversidad de canales, resultando unos enlaces muy robustos en comunicaciones móviles terrestres.

Las señales de espectro ensanchado son demoduladas en dos pasos:

1. La modulación en exceso es eliminada.
2. La señal es demodulada.

La señal de espectro ensanchado es " desampliada ", el proceso de " desampliar " una señal es llamado correlación, cuando se consigue la apropiada sincronización del código ampliado entre el transmisor y el receptor. La sincronización es el aspecto más difícil del receptor. El problema de la sincronización es dividido en dos partes:

a) Adquisición inicial y
b) Seguimiento.

Hay varios métodos para resolver el problema de la sincronización. El avance más importante ha sido el Procesador Digital de Señales (DSP*) y los Circuitos Integrados de Aplicación Específica (ASIC*). El DSP ha proporcionado funciones matemáticas de alta velocidad que pueden dividir la señal de espectro ensanchado en muchas pequeñas partes y analizarla para sincronizarla y decorrelacionarla. Los chips ASIC reducen el costo usando tecnología VLSI* y creando bloques de construcción genéricos que pueden ser usados para cualquier tipo de aplicación que el diseñador desee.

Existen 5 técnicas de espectro ensanchado:

1. Sistemas de Secuencia Directa.
2. Sistemas de Salto de Frecuencia.
3. Sistemas de Salto en Tiempo.
4. Sistemas de Pulso FM.
5. Sistemas Híbridos.

2.4.2.1.1.- Sistemas de Secuencia Directa.

Se genera un bit redundante por cada bit transmitido. Estos bits redundantes son llamados "chipping code". Cuanto mayor sea esta frecuencia mayor la probabilidad de reconstruir los datos originales, lo cual hace que se requiera mayor ancho de banda.

2.4.2.1.2.- Sistemas de Salto de Frecuencia.

Utiliza una portadora de alta estabilidad que cambia la frecuencia a un patrón conocido por el transmisor y receptor convenientemente sincronizado, es como tener un único canal lógico. Para un receptor no sincronizado de espectro ensanchado por salto de frecuencia es como un ruido de impulsos de corta duración.

2.4.2.1.3.- Sistemas de Salto con Tiempo.

Este es un sistema en el cual el periodo y el ciclo de una portadora de pulso de RF son variadas de una forma pseudoaleatoria bajo el control de una secuencia codificada. El tiempo de salto es usado a menudo con efectividad junto a la frecuencia de salto para formar un sistema espectro ensanchado de acceso múltiple (TDMA) y un tiempo por división híbrido. En la figura 2.3 se muestra como cada ráfaga cosiste en k bits de datos y el tiempo exacto en que cada ráfaga se transmite es determinada por una secuencia PN.

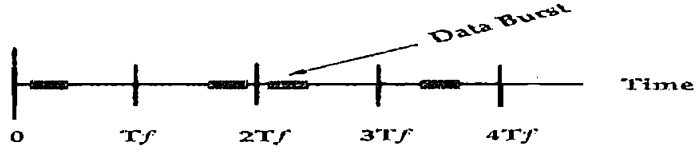


Fig. 2.3

Salto con Tiempo Espectro Ensanchado.

2.4.2.1.4.- Sistemas de Pulso FM.

Este es un sistema en el cual la portadora RF se modula con una secuencia de periodos y ciclos fijos. Al principio de cada pulso transmitido, la portadora es modulada en frecuencia provocando una propagación adicional de la portadora. El modelo de la modulación de frecuencia dependerá de la función de propagación escogida. En algunos sistemas, la función de propagación es una extensión del chirrido FM lineal, extendiéndose tanto por arriba como por abajo en frecuencia.

2.4.2.1.5.- Sistemas Híbridos.

Los sistemas híbridos usan una combinación de métodos de espectro disperso con el fin de usar las propiedades beneficiosas de los sistemas utilizados. Dos combinaciones comunes son secuencia directa y salto de frecuencia. La ventaja de

combinar los dos métodos es que saca partido de características que no están disponibles usando un único método.

Como ya se vio anteriormente la norma 802.11 sigue tres estándares de los cuales se va a analizar con mayor detalle dos de ellos, ellos tienen una frecuencia de trabajo de 2.4 GHz con ancho de banda de 83 MHz excepto en Francia que son 40 MHz y España que son 30 MHz:

2.4.2.2.- Secuencia Directa (DSSS.- Direct Sequence Spread Spectrum).

Un portador de banda estrecha se modula por una secuencia de código, la fase de la portadora de la señal transmitida se cambia de forma brusca de acuerdo a esta secuencia de código, la cual es generada por un generador pseudoaleatorio que tiene una longitud fija.

En la figura 2.4 se muestra como la señal de banda estrecha se suprime cuando se transmite en espectro ensanchado.

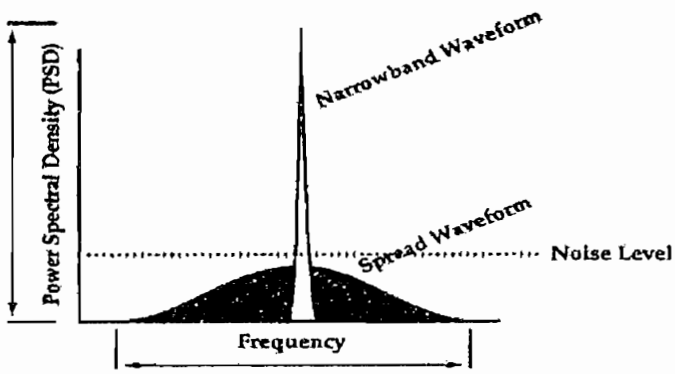


Fig. 2.4

Comparación de una señal de banda estrecha con una señal de Espectro Ensanchado de Secuencia Directa.

Después de un número determinado de bits, el código se repite a sí mismo de

una réplica de la secuencia de código generada localmente. Para IEEE 802.11b alcanza una velocidad de transmisión inferior a las 11 Mbits/s mientras que para IEEE 802.11a la velocidad de transmisión está por encima de los 11 Mbits/s.

Para modular la información esta tecnología emplea 2 tipos de modulación:

1. Diferencial QPSK (DQPSK*)
2. Diferencial BPSK (DBPSK*)

Para un receptor imprevisto la radio frecuencia aparecerá como un ruido de poca potencia que será ignorado.

Utiliza 5 sub-bandas de 26 MHz centradas en las frecuencias: 2.412; 2.427; 2.442; 2.457 y 2.470 GHz (en la banda de 2.4 GHz). En España dada la restricción de banda que existe de 30 MHz, solo se puede usar una banda centrada en la frecuencia de 2.460 GHz. En la banda de 5,8 GHz se utiliza toda la banda de 125 MHz.

2.4.2.3.- Salto de Frecuencia (FHSS.- Frequency Hopping Spread Spectrum).

En estos sistemas, la frecuencia de la portadora del transmisor cambia abruptamente (o salta) de acuerdo a una secuencia de código pseudoaleatoria. El orden de frecuencias seleccionadas por el transmisor es dictado por la secuencia de código. El receptor sigue la pista a estos cambios y produce una señal FI constante.

Para modular la información emplea modulación GFSK* de 2 ó 4 niveles. La banda ancha está dividida en 79 bandas de 1MHz excepto en Francia que son 35 bandas y España que está dividida en 27 bandas. Cada banda está sujeta a 2.5 saltos por segundo, utilizando uno cualquiera de los tres esquemas posibles (22 saltos por cada dato esquema).

Ello asegura que cada paquete enviado pueda transmitirse en un solo salto de

segundo, utilizando uno cualquiera de los tres esquemas posibles (22 saltos por cada dato esquema). Ello asegura que cada paquete enviado pueda transmitirse en un solo salto de manera que la información destruida pueda recuperarse en otro salto. Con esta técnica la velocidad de transmisión alcanzada en IEEE 802.11a es de 1 a 2 Mbits/s.

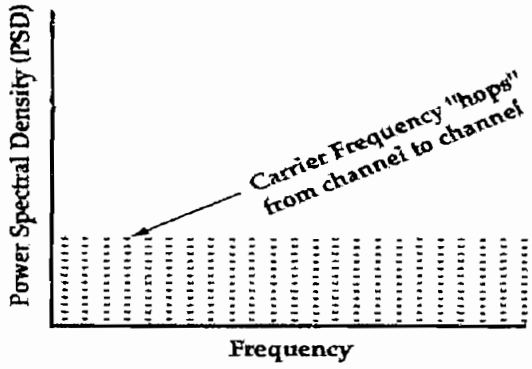


Fig. 2.5

Espectro Ensanchado con Salto de Frecuencia.

2.4.3.- LA CAPA ENLACE.

La capa enlace es la encargada de que las capas superiores no vean los errores ocasionados en el medio de transmisión, es la encargada del control de errores a nivel de detección y/o corrección, en ésta capa se trabaja a nivel de tramas.

La capa enlace se divide en dos subcapas:

1. Subcapa de control lógico del enlace (LLC)
2. Subcapa de control de acceso al medio (MAC)

La subcapa LLC provoca la independencia de topología, se tiene direccionamiento lógico independiente del hardware y de la distancia de la otra máquina.
La subcapa MAC hace la gestión del canal de comunicaciones, es la encargada de

establecer como compartir el medio de transmisión, a diferencia de la subcapa LLC, esta tiene direccionamiento físico.

2.4.3.1.- La subcapa MAC.

La subcapa MAC es la responsable de los procedimientos para la adjudicación del canal de comunicaciones, direccionamiento de las unidades de datos de protocolo (PDU*), del formato de trama, chequeo de errores, fragmentación y reagrupación.

Para tener acceso al canal de comunicaciones para transmitir un paquete, se debe luchar por él, para esto opera exclusivamente en el modo de contienda (contention). El medio de transmisión puede alternar entre el modo de contienda conocido como periodo de contienda (CP*) y un periodo libre de contienda (CFP*). Durante el CFP, el medio utilizado es controlado por el AP, por esa razón se elimina la necesidad de las estaciones para mantener el acceso al canal. IEEE 802.11 mantiene tres diferentes tipos de tramas: de administración, de control y de datos.

Las tramas de administración son usadas para asociar y disociar a las estaciones con el AP, para cronometrar y sincronizar, autenticidad o la no certificación. Las tramas de control son usadas para el traspaso de información, para acuses de recibo y para finalizar el traspaso durante el CP. Las tramas de datos son usadas para la transmisión de datos durante el CP y CFP, puede ser combinado con encuesta o poleo (polling) y acuses de recibo durante el CFP. El estándar IEEE 802.11 define el siguiente formato de trama:

2 B	2 B	6 B	6 B	6 B	2 B	6 B	0 a 2312 B	4 B
Control de trama	Duración Cont. ID	Dirección	Dirección	Dirección	Control de secuencia	Dirección	Cuerpo de trama	CRC

Fig. 2.6

Formato de trama IEEE 802.11.

Los 2 bytes del control de trama se muestran a continuación en su contenido por bits:

2b	2b	1b	1b	1b	1b	1b	1b	1b	1b	1b
Versión de protocolo	Tipo	Subtipo	Para DS	De DS	Ultimo Fragmento	Reintentos	Poder adm	Mas datos	EP	EP

Fig. 2.7

Conformación en bits de los 2 bytes de control.

Los bits tipo identifican el tipo de trama, es decir si es de administración, control o datos. Los bits subtipo identifican dentro de cada tipo de trama de que clase es, así por ejemplo dentro de las tramas de control identificar si son CTS* o RTS* etc. Los 2 bytes de duración indican el tiempo (en μs) de permiso de uso del canal para una transmisión completa de una unidad MPDU*.

El estándar IEEE 802.11 usa 48 bits de dirección MAC (MAC address) para la identificación de una estación, en el formato de trama se cuenta con cuatro de estas MAC address. El cuerpo de trama (MSDU) es un campo de longitud variable, consiste de la carga útil de datos (payload) y 7 bytes para encripción y desencripción, si se implementa el protocolo WEP. Se determinan 32 bits para chequeo de redundancia cíclica (CRC*) usada para la detección de errores.

2.4.3.1.1.- Función Coordinada de Distribución (DCF).

El DCF es el método de acceso fundamental usado para transferir datos asíncronos con el principio del mejor esfuerzo. En la red Ad Hoc, DCF opera solo y puede operar sola o coexistir con la función PCF en una red Infraestructura.

En la figura 2.8 se bosqueja la arquitectura MAC, donde se muestra que el DCF se sitúa directamente sobre el tope de la capa física y mantiene los servicios de contienda, los cuales provocan que cada estación haga cola para transmitir su MSDU y luche para acceder al canal de comunicaciones y transmitir, una vez que haya

transmitido su MSDU debe luchar nuevamente por la posesión del canal para el envío de las siguientes tramas.

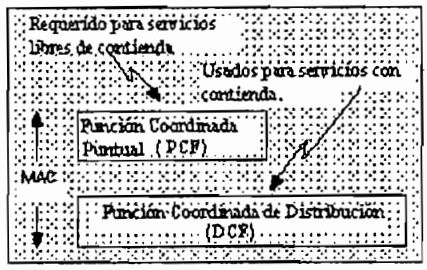


Fig. 2.8

Arquitectura MAC.

El DCF se basa en la utilización del acceso múltiple por escuche de portadora y "evitación" de colisiones (CSMA/CA*). Acceso múltiple con escuche de portadora y detección de colisiones (CSMA/CD*) no se lo utiliza ya que cada estación es incapaz de detectar las colisiones en el canal mientras se transmita.

En el estándar IEEE 802.11 escuche de portadora es ejecutado en ambos interfaces de aire referidos a escuche de portadora física y en la subcapa MAC referida como escuche de portadora lógico. Escuche de portadora física detecta la presencia de otros usuarios IEEE 802.11 WLAN para analizar todos los paquetes detectados y también detecta la actividad en el canal mediante una señal relativamente fuerte.

Una estación fuente ejecuta escuche de portadora virtual para enviar MPDU durante el traspaso de información en la cabecera de RTS y CTS en las tramas de datos. Un MPDU es una unidad de datos completa que se pasa de la subcapa MAC a la capa física. Contiene cabecera de información, carga útil y 32 bits para CRC.

El campo de duración indica la cantidad de tiempo en microsegundos, que la trama presente durará en ser transmitida, para completar una transmisión exitosa de tramas de administración o de datos.

Las estaciones en la BSS usa la información del campo de duración para ajustar su vector de adjudicación de red (NAV*), que indica la cantidad de tiempo que debe transcurrir hasta que la actual sesión de transmisión haya finalizado y el canal pueda ser muestreado otra vez y pase a estado inactivo.

La prioridad de acceso inalámbrico se controla a través del uso del espacio entre tramas (IFS*), tiempo de intervalo entre la transmisión de tramas. El intervalo IFS son periodos mandatarios de tiempo inactivo sobre el medio de transmisión. Tres intervalos IFS son especificados en este estándar: SIFS* , PIFS* y DIFS*.

El intervalo SIFS es el más pequeño IFS y de mayor prioridad de acceso, seguido por PIFS y DIFS respectivamente, las estaciones requieren solamente esperar un SIFS que es el de mayor prioridad de acceso con respecto a otras estaciones que requieren esperar un PIFS o DIFS antes de transmitir.

El método de acceso básico es que una estación sense si el canal está desocupado, la estación espera por un periodo DIFS y muestrea el canal nuevamente, si el canal está desocupado todavía, la estación transmite un MPDU. La estación receptora calcula el campo cheksum y determina si el paquete ha sido recibido correctamente.

Si el paquete ha sido recibido correctamente, la estación receptora espera un intervalo SIFS y transmite un acuse de recibo (ACK*) positivo hacia la estación fuente, indicando que la transmisión ha sido exitosa.

La figura 2.9 es un diagrama de tiempo que ilustra la transmisión de una trama exitosa.

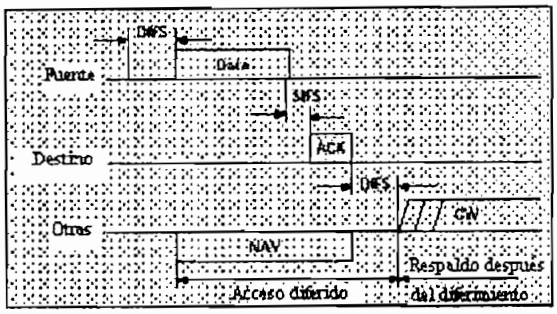


Fig. 2.9

Diagrama de tiempo de transmisión exitosa.

Cuando la trama de datos es transmitida, el campo de duración de la trama es usado para permitir a todas las estaciones en el BSS, conocer cuanto tiempo el medio de transmisión permanecería ocupado. Todas las estaciones escuchan la trama de datos, ajustan su NAV basados en el valor del campo de duración, que incluye los intervalos SIFS y ACK seguida de la trama de datos.

Mientras que una estación fuente en un BSS no puede escuchar sus propias transmisiones, cuando una colisión ocurre, la fuente continúa transmitiendo el MPDU completo. Si el MPDU es grande (ej. 2300 bytes), bastante cantidad del ancho de banda del canal es desperdiciado debido a MPDUs erróneos.

Las tramas de control RTS y CTS son relativamente pequeñas (RTS son 20 bytes y CTS son 14 bytes), en comparación con el tamaño máximo de la trama de datos (2346 bytes). La estación fuente transmite primero la trama de control RTS (después de haber ganado el canal de comunicaciones) con una trama de datos o de administración a una estación destino especificada.

Todas las estaciones en el BSS escuchan la trama RTS, leen el campo de duración y ajustan su NAV, la estación destino responde a la trama RTS con un paquete CTS después de que un periodo SIFS haya transcurrido. Las estaciones escuchan el

paquete CTS, miran el campo de duración y otra vez actualizan su NAV. Sobre una recepción exitosa del CTS, la estación fuente está virtualmente asegurada de que el medio está reservado y establecido para una transmisión exitosa del MPDU. Las estaciones son capaces de actualizar sus NAVs basándose sobre el RTS de la estación fuente y CTS de la estación destino, que ayudan a combatir el problema de la estación oculta.

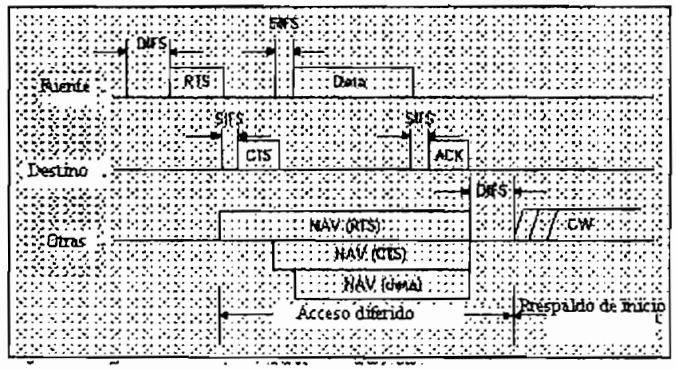


Fig. 2.10

Diagrama de tiempo de la transmisión de un MPDU bajo el mecanismo de RTS/CTS .

En la figura 2.10 se muestra la transmisión de un MPDU utilizando el mecanismo de RTS/CTS.

Las estaciones pueden escoger el uso o no de RTS/CTS, se usa RTS/CTS cuando el MPDU exceda el valor del umbral RTS. Si una colisión ocurre con un RTS o CTS MPDU, menor ancho de banda se desperdicia cuando comparamos con un dato MPDU largo. Sin embargo para un medio con carga ligera, un retraso adicional es impuesto por la sobrecarga de las tramas RTS/CTS. Cuando grandes MPDU bajan de la subcapa LLC a la subcapa MAC, se requerirá de fragmentación para incrementar la confiabilidad de la transmisión.

Para determinar si es necesario la fragmentación, MPDUs son comparados con un parámetro de administración que es el umbral de fragmentación. Si la trama MPDU excede el valor del umbral de fragmentación, el MPDU es "roto" en múltiples

fragmentos. Los nuevos MPDU son del tamaño del umbral de fragmentación, con excepción del último MPDU, que es de longitud variable, pero no excede del tamaño de umbral. Cuando un MPDU es fragmentado, todos los fragmentos son transmitidos en secuencia.

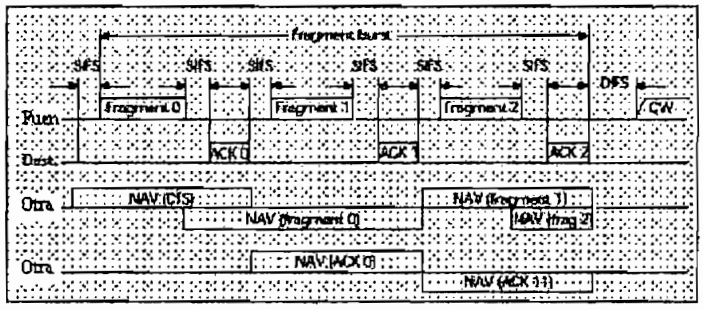


Fig. 2.11

Diagrama de tiempo de la transmisión de un MPDU con acuses de recibo.

El canal no se desocupa, hasta que un MSDU se transmita correctamente o la estación fuente falle y reciba un ACK para transmitir los fragmentos. La estación destino envía ACK positivos por cada fragmento correctamente recibido para enviar un DCF ACK de regreso a la estación fuente,

La estación fuente mantiene control del canal a través de la transmisión del MSDU, por espera solamente de un periodo SIFS antes de recibir un ACK y transmitir el siguiente fragmento. Cuando un ACK no es recibido por transmitir una trama, la estación fuente suspende la transmisión y nuevamente lucha por la adjudicación del canal.

Si se usan RTS y CTS, solamente el primer fragmento se envía usando este mecanismo de handshake. El valor de duración de RTS y CTS solamente cuenta en la transmisión del primer fragmento a través de los acuses de recibo ACK. Las estaciones en el BSS después mantienen sus NAV para extraer la duración de información para todos los subsecuentes fragmentos.

CSMA/CA se ejecuta a través de un procedimiento aleatorio hacia atrás, si una estación con una trama a transmitir comienza a sensar el canal para ver si está ocupado, luego la estación espera hasta que el canal se encuentre desocupado por un periodo DIFS y luego computa un tiempo de respaldo aleatorio hacia atrás. Para IEEE 802.11, el tiempo es ranurado en periodos correspondientes a una ranura de tiempo (slot time), diferente a ALOHA, donde la ranura de tiempo es igual al tiempo de transmisión de un paquete.

La ranura de tiempo mas usada es más pequeño que un MPDU y se usa para definir los intervalos IFS y determina el tiempo de respaldo para estaciones en el CP. La ranura de tiempo es diferente para cada implementación de capa física.

El tiempo de respaldo aleatorio es un valor entero que corresponde a un número de tiempos de ranura. Inicialmente, la estación computa un respaldo de tiempo en un rango de 0-7.

Después que el medio llegue a estar desocupado en un periodo DIFS, la estación decrementa su contador de respaldo hasta que el medio llegue a estar desocupado otra vez o el contador alcance el valor cero.
Si el contador no alcanza el valor cero y el medio llega a ser ocupado, la estación para su contador, cuando el contador llega al valor cero, la estación transmite su trama. Para cada intento de transmisión el tiempo de respaldo crece según $[2^{2+i}*ranf()]*$slot time, donde i es el número de tiempos consecutivos que una estación intenta enviar un MPDU, ranf() es un valor uniforme variable entre (0;1) y [x] representa el valor entero menor o igual a x.

La ventaja de este acceso al canal es que promueve la imparcialidad entre las estaciones, pero su debilidad es que su probabilidad no podría mantener Distributed time-bounded services (DTBS*). La imparcialidad es mantenida porque cada estación debe entrar en contienda por el canal, después de cada transmisión de un MSDU.

Todas las estaciones tienen igual probabilidad de acceso al canal, después de cada intervalo DIFS. Los servicios de tiempo definido mantienen aplicaciones tales como la paquetización de la voz o video las cuales se deben mantener con un mínimo de retraso especificado. Con DCF no se puede garantizar el mínimo retraso requerido para servicios de tiempo definido.

2.4.3.1.2.- Función de Coordinación Puntual (PCF).

El PCF es una función opcional, la cual es orientada a conexión y suministra libre contienda para transferencia de tramas. Se basa sobre el punto de coordinación para ejecutar poleo (polling), el cual permite a las estaciones transmitir sin escuchar o entrar en contienda por la tenencia del canal de comunicaciones.

La función del PC* es ejecutada por el AP dentro de cada BSS. Las estaciones dentro de BSS que son capaces de operar en el periodo CF* son conocidas como estaciones CF. PCF es requeridas para coexistir con DCF y lógicamente situarse sobre el tope de DCF. El intervalo de repetición (CFP rate) es usado para determinar la función con la cual ocurre PCF.
Dentro del intervalo de repetición una porción de tiempo es asignada para una libre contienda, el intervalo de repetición CFP es iniciado por una trama señalizadora, donde la trama señalizadora es transmitida por el AP. Una de sus funciones primarias es el sincronismo y cronometraje, la duración del intervalo de repetición CFP es determinada, el tamaño máximo del CFP es determinado por el parámetro de administración CFP máximo de duración.

El mínimo valor de CFP máx es el tiempo requerido para transmitir dos tamaños máximos de mpdus, incluyendo sobrecarga, la trama inicial señalizadora y un CF fin de trama (CF end). El máximo valor es el menor intervalo de repetición CFP, tiempo requerido par una transmisión exitosa a un tamaño máximo de MPDU durante el CP.

Por eso el tiempo debe ser asignado para un pequeño MPDU a ser transmitido

durante el CP. Si el tráfico es liviano, el AP podría acortar el CFP y proveer el resto del intervalo de repetición para el DCF, el CFP podría también ser acortado sí el tráfico DCF para intervalos de repetición previa sobre el intervalo en curso. La máxima cantidad de retardo que puede ser incurrida es el tiempo que toma para transmitir una señal de handshake RTS/CTS, máximo MPDU y ACK.

La figura 2.12 muestra el bosquejo del intervalo de repetición CFP, ilustra la coexistencia de PCF y DCF.

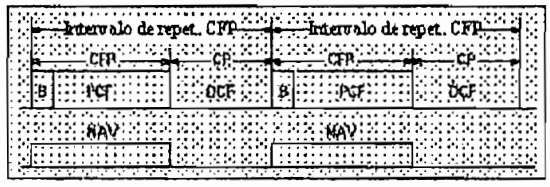


Fig. 2.12

Diagrama de tiempo del intervalo de repetición CFP.

En el inicio de cada valor nominal del intervalo de repetición CFP, todas las estaciones en el BSS actualizan sus NAV de acuerdo con el valor máximo del CFP. Durante el CFP, a las estaciones se les permite transmitir en respuesta a un poleo del PC o la transmisión de un ACK luego de un intervalo SIFS de haber recibido un MPDU. El PC sensa el canal, si el canal está desocupado por un intervalo PIFS, el PC transmite una trama inicializadora para empezar el CFP.

El PC inicia en CF la transmisión después de un intervalo SIFS, luego de que la trama inicializadora ha sido transmitida, envía CF poll (no son datos), datos, o datos + trama CF poll. El PC puede inmediatamente terminar el CFP transmitiendo una trama CF end, que es comúnmente utilizada si la red soporta una ligera carga y el PC no tiene tráfico almacenado. Si una estación recibe una trama CF poll del PC, la estación puede responder al PC después de un periodo SIFS con una trama CF ACK o un Dato + CF ACK.

Si el PC recibe una trama Dato + CF ACK de una estación, el PC puede enviar una trama Dato + CF ACK a otra estación diferente, donde la porción de la trama CF ACK es usada como acuse de recibo de una trama de datos previa. La habilidad de combinar poleo y tramas de acuse de recibo con tramas de datos para ser transmitidos entre estaciones y el PC, fue diseñada para mejorar la eficiencia.

Si el PC transmite una trama CF poll y la estación destino no tiene trama de datos que transmitir, la estación envía una trama de función nula hacia el PC.

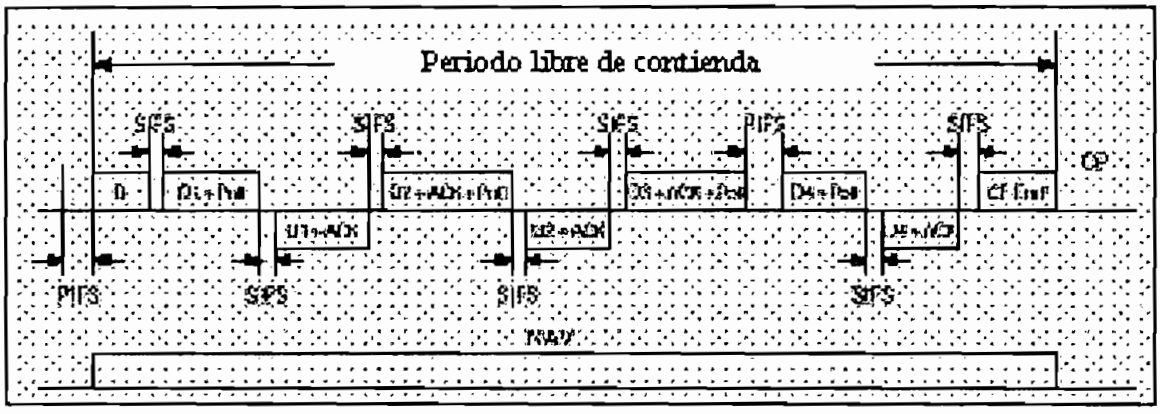


Fig. 2.13

Diagrama de tiempo de transmisión de tramas entre el PC y las estaciones y viceversa.

Si el PC falla recibe un ACK para realizar una transmisión de una trama de datos, el PC espera un intervalo PIFS y continúa transmitiendo a la próxima estación en la lista de poleo.

Después de recibir el poleo del PC, la estación puede elegir si transmite una trama a otra estación en el BSS. Cuando la estación destino recibe la trama, un DCF ACK es enviado de retorno a la estación fuente y el PC espera un intervalo PIFS seguido de una trama ACK antes de transmitir algunas tramas adicionales.

La figura 2.14 ilustra la transmisión de tramas estación durante el CFP.

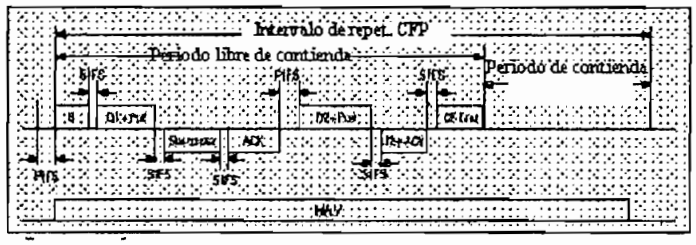


Fig. 2.14

Diagrama de tiempo de transmisión de tramas estación durante el CFP.

Suponiendo una recepción correcta de trama, la estación podría esperar un intervalo SIFS y replicar al PC con una trama ACK. Fragmentación y reagrupación son también sobre la base de un umbral de fragmentación, es el valor usado para determinar cuánto se debe fragmentar el MSDU, la reagrupación es responsabilidad de la estación destino para formar nuevamente al MSDU original.

2.5.- EL ESTANDAR HIPERLAN (High-Perfomance European LAN).

2.5.1.- INTRODUCCION.

Las WLAN han gozado de una demanda creciente del público en general, así como en negocios y otras actividades profesionales. Los estándares anteriores han tenido una velocidad de transmisión relativamente baja (entre 100 Kbits/s y 2 Mbits/s) y han funcionado generalmente en las bandas de frecuencia que son compartidas con otras aplicaciones, donde las condiciones de las comunicaciones no pueden ser predichas confiablemente.

Otro punto muy importante es que las WLAN han estado en estudio para su normalización, mientras que las telecomunicaciones en medios guiados, como la fibra óptica (especialmente) y el cobre, han mostrado una evolución notable hacia una más alta velocidad de transmisión y se las utilizan para aplicaciones de

multimedia y en tiempo real.

Por esto la necesidad de un nuevo estándar se hace necesario, por lo que durante varios años, el comité técnico RES10 de ETSI ha trabajado sobre un nuevo estándar denominado HIPERLAN, que es una familia de normas (Europea) sobre comunicación digital inalámbrica de alta velocidad en las bandas de 5.15 a 5.30 GHz y los 17.1-17.3 GHz del espectro de frecuencias.

Cuatro tipos de HIPERLAN se han propuesto:

1. HIPERLAN 1
2. HIPERLAN 2
3. HIPERACCESS y
4. HIPERLINK.

La norma se la realiza con el fin de asegurar la posible interoperabilidad con equipos de diferentes fabricantes.

2.5.2.- EL ESTANDAR HIPERLAN 1.

2.5.2.1.- Introducción.

El estándar HIPERLAN 1 es una especificación inalámbrica avanzada de las LAN, compatible con el estándar de IEEE 802 a una velocidad de transmisión de datos de 10 Mbits/s. El conjunto de protocolos y las especificaciones de prueba (aprobación incluyendo las de RF) han sido desarrollados y publicados por ETSI.

HIPERLAN 1 se diseña para trabajar sin ninguna infraestructura, específicamente para soportar tráfico en una red ad hoc para los sistemas multimedia, donde dos estaciones pueden intercambiar datos directamente, sin la necesidad de que exista

tal infraestructura de red. Si dos estaciones de HIPERLAN 1 no llegan a realizar la comunicación de manera directa, ellos pueden usar una tercera estación.

Las computadoras portátiles de la siguiente generación, los comunicadores multimedia y los NetPC móviles, todos ellos se podrán conectar con HIPERLAN 1. Además, HIPERLAN 1 tiene suficiente desempeño (perfomance) para utilizar el protocolo MPEG u otros estándares de audio y video digitales en tiempo real. El rango útil de HIPERLAN 1 es de 50 metros. No requerirá ningún tipo de infraestructura con puntos de acceso, para su operación. Sin embargo, la extensión de LAN vía puntos de acceso se puede diseñar y poner en ejecución fácilmente usando las características de otros estándares de HIPERLAN.

2.5.2.2.- Disponibilidad del espectro.

La elección de frecuencias destinada a HIPERLAN 1 era la parte de la banda de los 5.00 a los 5,30 GHz, siendo ésta destinada globalmente para los propósitos de la aviación. La industria de la aviación usó la banda de frecuencias de los 5,00 a los 5,15 GHz, con lo cual la banda de frecuencia de los 5,15 a los 5,30 GHz fue asignada a la norma HIPERLAN 1.

El estándar HIPERLAN 1 se ha desarrollado al mismo tiempo que el estándar de los Estados Unidos denominado SUPERNET.

2.5.2.3.- Característica de HIPERLAN 1.

- Corto alcance hasta unos 50 m.
- Baja movilidad - 1.4 m/s.
- Redes de computadoras con y sin la infraestructura necesaria.
- Soporta tráfico isócrono.
- Audio 32 Kbps , 10 ns de latencia.

- Video 2 Mbps , 100 ns latencia.
- Soporta tráfico asíncrono.
- Velocidad de transmisión - 10Mbps.

2.5.2.4.- Arquitectura de HIPERLAN 1.

Los protocolos y servicios de HIPERLAN 1 operan en las dos capas más bajas del modelo de referencia ISO/OSI.

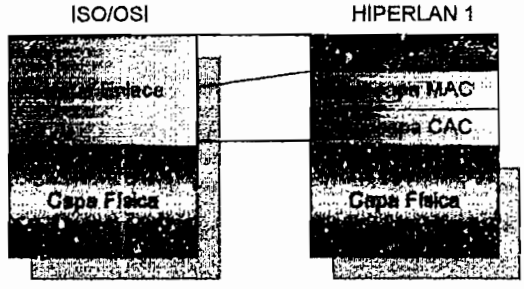


Fig. 2.12

Arquitectura de HIPERLAN 1 frente al modelo de ISO/OSI.

La capa física define un esquema de modulación denominado GMSK y 3 o 5 canales en 100 o 150 MHz dependiendo del plan de frecuencias de los diferentes países. Tres niveles de potencia de transmisión se definen: 10, 100 y 1000 mw, junto con sus correspondiente sensibilidades de recepción, permitiendo que un amplio ancho de banda para diferentes aplicaciones. Los diseñadores son libres para escoger su enfoque de receptor en 23.5294 Msímbolos/s pero la interferencia intersímbolo emitida será la dominante y deberá ser resuelta.

Una subcapa intermedia, la subcapa CAC, se introduce en la arquitectura HIPERLAN 1 para realizar la transferencia de datos con el canal de acceso de señal mediante una operación protocolar la cual soporta prioridad de paquetes. Un mecanismo de acceso independiente se logra por medio de un protocolo de acceso de "escuche

antes de hablar".

EY-NPMA* es el mecanismo de acceso que provee un buen desempeño de velocidad de transmisión con colisión residual para un gran número de canales simultáneos en bajo la modalidad de contienda.

La arquitectura de HIPERLAN 1 incluye una subcapa MAC muy sofisticada, fue diseñada para ser compatible con las normas ISO/IEC 15 802 (Ethernet e IEEE 802.2), la subcapa MAC atiende con parámetros de tiempo de vida y prioridad para apoyar la operación de prioridad de canal selección.

El estándar de HIPERLAN 1 no especifica la subcapa LLC.

La transmisión unicast con acuse de recibo y la transmisión multicast sin acuse de recibo son apoyadas por el servicio de la subcapa MAC de HIPERLAN 1. La transmisión con acuse de recibo puede ser retransmitida según el número de veces dentro de la vida de la petición. Una vez que el intervalo de vida haya caducado, los datos asociados a dicha transmisión son desechados y los recursos son destinados a otra capa de HIPERLAN 1.

La subcapa MAC incluye un número de protocolos diseñados para mitigar los efectos del medio de transmisión, que son las ondas electromagnéticas, con el fin de proveer medios para minimizar el consumo de potencia DC de los receptores.

Estos incluyen un esquema específico de *salto por salto* dinámico de los paquetes, con la encripción optativa de datos, los procedimientos para el ahorro de potencia y el soporte por el tiempo comprometido de datos por medio del canal de acceso con prioridad.

La subcapa MAC de HIPERLAN 1 se diseña para ser compatible con la interfaz del estándar del servicio de MAC permitiendo a la mayoría de las aplicaciones existentes

ser utilizado sin cambios mientras que las nuevas aplicaciones se pueden escribir para hacer uso la calidad extendida del interfaz de los parámetros de la petición del servicio (QoS).

2.5.2.5.- La calidad de servicio.

El desempeño es uno de los factores más importantes en WLAN, en contraste con los otros sistemas de radio, ya que los datos que van sobre esta red tienen muchos inconvenientes que pueden ocasionar problemas serios con respecto a la capacidad (throughput), por lo que diversos factores tienen que ser tomados en consideración, cuando la calidad de servicio va a ser medida. Entre estos tenemos:

- Topografía del trayecto.
- Elevaciones en el trayecto, los cuales pueden ocasionar las sombras, donde la comunicación es inestable o imposible.
- Trayectos con superficies reflejantes.
- Calidad del equipo inalámbrico.
- Ubicación del equipo inalámbrico.
- Número de estaciones.
- Proximidad a las instalaciones que generan ruido eléctrico y muchos más.

2.5.3.- EL ESTANDAR HIPERLAN 2.

2.5.3.1.- Introducción.

El estándar HIPERLAN 2 es una norma de alto rendimiento que transmite en la banda de los 5.8 GHz , lo cual favoreció para operar en ambientes de LAN. HIPERLAN 2 está siendo desarrollado por ETSI a través del proyecto BRAN*.

HIPERLAN 2 permite la interconexión en casi cualquier tipo de tecnología fija de red,

esto lo hace conveniente, por ejemplo , para conectar computadoras portátiles y fijas al AP. HIPERLAN 2 es una norma de WLAN diseñada para proveer acceso de alta velocidad por arriba de los 54 Mbits/s, a una variedad de redes, incluyendo redes de móviles de tercera generación, redes ATM* y redes IP así como también para el uso privado como una WLAN.

Las aplicaciones básicas incluyen datos, voz y video, con QoS garantizada. Los sistemas de HIPERLAN 2 pueden desplegarse en oficinas, aulas, hogares, fábricas etc, generalmente donde la transmisión de radio es una alternativa eficiente o un complemento a la tecnología cableada.

HIPERLAN 2 marca un hito importante en el desarrollo de una tecnología combinada para comunicaciones de ancho de banda de corto alcance, celulares y WLAN, que proveerá un desempeño comparable con las de LAN cableadas.

ETSI en colaboración con UMTS* y 3GPP*, ETSI BRAN sacará especificaciones del interface para el acceso a UMTS. Este interface puede servir también como una base para la definición de interfaces al resto de miembros del IMT-2000 de la familia de sistemas móviles de tercera generación.

El proyecto ETSI BRAN también tiene su atención al desarrollo de especificaciones de prueba de conformidad para el núcleo de las normas HIPERLAN 2, para asegurar la interoperabilidad de dispositivos y productos producidos por diferentes fabricantes.

Después de haber completado los informes técnicos (TRs), los cuales contienen los requerimientos (TR 101 031) y la descripción del sistema (TR 101 683), la norma HIPERLAN 2 se publicó en Abril del 2000. ETSI se ha relacionado con el ATM de Forum, el IEEE 802.11a y 802 N-WEST, el Internet que diseña Task Force, el MMAC PC , la ITU - R y cuerpos técnicos internos de ETSI, para asegurar coherencia total con las otras tecnologías emergentes y existentes.

2.5.3.2.- Modo de operación.

Para satisfacer estas metas, HIPERLAN 2 confía en la topología celular del establecimiento de una red combinada con una capacidad de establecimiento de una red ad hoc. Utiliza dos modos de operación básicos: el modo centralizado y el modo directo.

El modo centralizado se utiliza en la topología celular del establecimiento de una red donde cada célula de radio es controlada por un punto de acceso que cubre cierta área geográfica. En este modo, un terminal móvil se comunica con otros terminales móviles o con la red de la base vía un AP. Este modo de operación se utiliza principalmente en aplicaciones de negocios, dentro y al aire libre, donde un área mucho más grande que una célula de radio tiene que ser cubierta.

El modo directo se utiliza en la topología de una red ad hoc, principalmente en los ambientes privados familiares, donde una célula de radio cubre el área entera de la porción. En este modo, los terminales móviles en una red casera " single-cell " pueden intercambiar directamente los datos.

2,5.3.3.- Aspectos Generales de la norma HIPERLAN 2.

El estándar HIPERLAN 2 resume los siguientes aspectos generales:

- Transmisión de alta velocidad y orientada a conexión.
- QoS garantizada.
- Distribución automática de la frecuencia.
- Movilidad y seguridad garantizada.
- Aplicación independiente de la red.
- Ahorro de la potencia.

HIPERLAN 2 transmite a una velocidad por arriba de los 54 Mbits/s. Esto se logra haciendo uso de la modulación OFDM*. OFDM es particularmente eficiente en ambientes con alta dispersión, donde las señales de radio se reflejan en muchos puntos, como por ejemplo en las oficinas. Las transmisiones en HIPERERLAN 2 son mediante la multiplexación por división de tiempo (TDM) y orientadas a conexión, punto a punto, o punto a multipunto. Hay también una transmisión dedicada mediante un AP gracias al cual se alcanza a todos los terminales de la red.

En HIPERLAN 2, cada conexión puede asignarse a una prioridad relativamente simple o una QoS específica desde el punto de vista de ancho de banda. Accede a los puntos que tienen un apoyo automático de la distribución de la frecuencia de transmisión dentro del área de cobertura de los APs. Esto es realizado por la función de selección dinámica de frecuencia (DFS*). HIPERLAN 2 apoya a la red en autenticación y encripción.

Hay tres capas básicas en el estándar HIPERLAN 2:

1. La capa física.
2. La capa de control del enlace de datos (DLC*) y
3. La capa de convergencia de capas superiores (CL*).

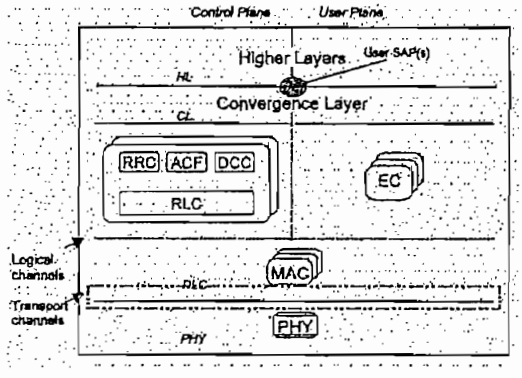


Fig. 2.13

Modelo de referencia protocolar de HIPERLAN 2.

2.5.3.3.- La Capa Física.

OFDM está siendo actualmente considerada como una solución para WLAN, WATM* y en el uso de aplicaciones indoor[1], donde la movilidad y el requerimiento de alta velocidad de transmisión de datos son importantes. En la capa física se implementa la modulación OFDM, debido a su óptimo desempeño en trayectos con alta dispersión. La idea básica de OFDM es transmitir datos a alta velocidad dé en un amplio ancho de banda, dividiendo los datos en varios intervalos y enviar cada stream de bits modulado en una portadora ortogonal separada. El espaciamiento de los canales es de 20 MHz, lo que permite una alta velocidad de bits por el canal y tener un número razonable de canales.

El FFT* es eficiente y conveniente para realizar este proceso, esto con el beneficio adicional de su proceso contrario, el FFT hacia adelante, puede usarse en el receptor para recuperar los datos. Una frecuencia selectiva en un canal con desvanecimientos puede ocasionar que algunas de las portadoras de la señal OFDM sean afectadas más que otras, es decir producir errores. La codificación de los datos antes de distribuirlos a través de las portadoras, provee símbolos OFDM con alguna redundancia. Si una suficiente redundancia es introducida, entonces los errores ocasionadas por las portadoras con desvanecimientos, pueden ser eliminadas desde el símbolo en su totalidad.

El punto clave es el grado de corrección requerido y de aquí en adelante qué cantidad de redundancia debe agregarse. Para investigar esto, un OFDM de prueba fue construido para transmitir datos, se consiguió una velocidad de aproximadamente 20 Mbits/s en una frecuencia de 5,25 Ghz. El receptor captura gran cantidad de la señal correspondiente al paquete de datos y entonces usa un DSP para implementar símbolo y la sincronización de la trama antes de realizar la demodulación, la codificación diferencial y la detección de errores.

La estática para este sistema ha cobrado durante ensayos en un trayecto de un laboratorio, mirando particularmente el número máximo de errores ocurridos en un símbolo OFDM durante la transmisión de un paquete. Esto da el nivel de corrección requerido para que el paquete se reciba sin errores. La distribución de esta estática por lo tanto da un indicio del valor del código de corrección para que el paquete pueda ser recibido sin errores. 52 subportadoras se usan por el canal (48 para datos y 4 para la demodulación). Los subcanales de frecuencia independiente se usan para un enlace de transmisión entre el AP y las traducciones automáticas.

OFDM provee flexibilidad que considera la realización de alternativas diferentes de modulación. Siete modos de modulación diferentes de capa física se especifican en el siguiente cuadro.

Modo	Modulación	Code rate	Física bits rate Mbits/s	Bytes/OFDM
1	BPSK	1 / 2	6	3
2	BPSK	3 / 4	9	4.5
3	QPSK	1 / 2	12	6
4	QPSK	3 / 4	18	9
5	16QAM	9 / 16	27	13.5
6	16QAM	3 / 4	36	18
7	64QAM	3 / 4	54	27

Cuadro 2.1: Modos de modulación OFDM definidos por HIPERLAN 2.

La demodulación de las subportadoras es del tipo coherente con tasas de datos de 6, 9, 12, 18, 27, 36, 54 Mbits/s. La interpolación del bloque con el tamaño de un símbolo de OFDM.

2.5.3.4.- La capa control del enlace de datos (DLC).

La capa DLC incluye las funciones para la transmisión y el control de acceso al

medio, así como también las funciones de conexión y control entre el terminal y el usuario. La capa a la vez se subdivide en las siguientes subcapas:

1. La subcapa LLC.
2. La subcapa MAC y
3. La subcapa RLC* (también se la conoce como RCP) la cual tiene asociadas las entidades de señalización: DCC, RRC* (Radio Resource Control) y ACF* (Association Control Function).

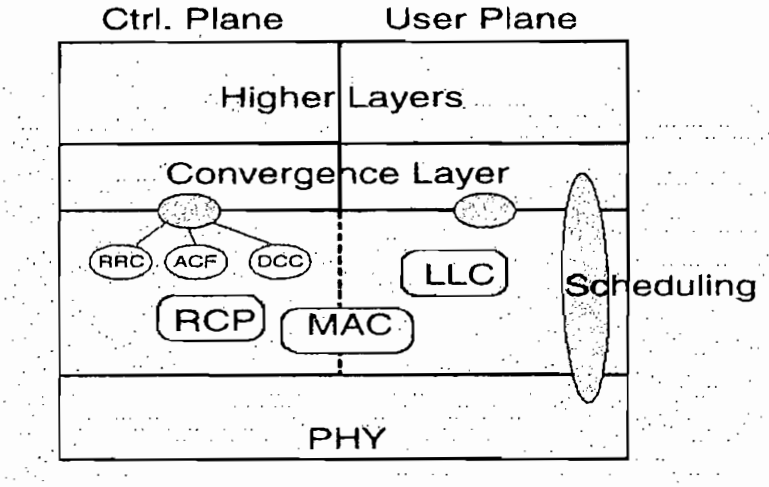


Fig. 2.14

Funcionamiento de HIPERLAN 2 .

2.5.3.5.1.- La subcapa de control lógico del enlace.

Provee los significados en un enlace de radio no confiable realizando la detección de errores y la realización de la retransmisión.

2.5.3.5.2.- La subcapa de control de acceso al medio.

Es la encargada del control de acceso al medio, de como compartir la capacidad del radioenlace. El control se centraliza en el AP, el cual informa de las traducciones automáticas, el interface de aire es con base en TDD* (Duplexación por División de Tiempo) y TDMA, que permite comunicación simultánea en ambos sentidos para el downlink y el uplink dentro del mismo plazo de tiempo.

El formato de la trama MAC consiste de cuatro elementos: BCH*, DL*, UL* y RA*.

A excepción del BCH, la duración de los campos se adapta dinámicamente a la situación actual del tráfico. El DLC se basa en el esquema eficiente de la trama MAC. La trama MAC y los canales de transporte forman el interface entre el DLC y la capa física.

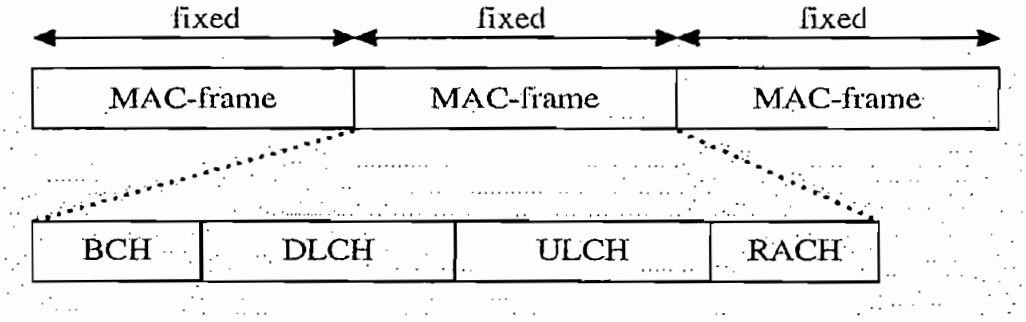


Fig. 2.15

Formato de la trama MAC .

Donde BCH: Broadcast Channel
DLCH: Down Link Channel
ULCH: Up Link Channel
RACH: Random Access Channel

2.5.3.6.- La capa de convergencia.

La capa CL adapta los servicios requeridos por las capas superiores a los servicios ofrecidos por el DLC y convierte los paquetes de las capas superiores (SDUS) en un tamaño fijo para ser usado en el DLC. Esta función hace posible implementar las capas DLC y PHY que son independientes de la red fija a la que la red HIPERLAN 2 se conecta.

Hay actualmente dos tipos de CLs definidos: la celda básica y el paquete básico. La primera es destinada para la interconexión con redes ATM*, el segundo se usa en una variedad de configuraciones del tipo de redes fijas.

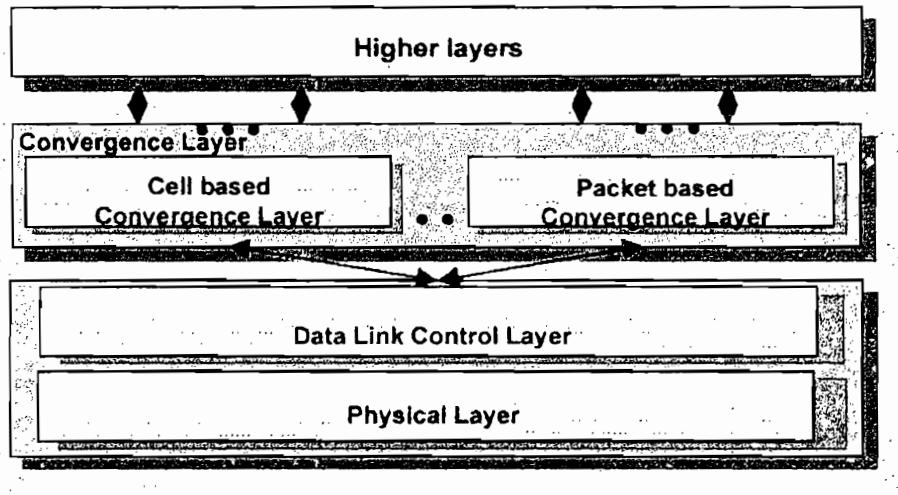


Fig. 2.16

Estructura general de la subcapa de convergencia.

2.5.4.- EL ESTANDAR HIPERACCESS.

Este estándar es destinado para las transmisiones punto a multipunto, de alta velocidad (25 Mbits/s), accesible para usuarios de negocios pequeños y usuarios residenciales, una amplia variedad de redes incluyendo las redes UMTS* , las redes ATM y redes IP (HIPERLAN 2 podría usarse para la distribución dentro del local) . La distribución del espectro está en la banda de los 40,5 - 43,5 GHz, la cual está siendo discutida por los grupos pertinentes de trabajo del CEPT.

Las primeras especificaciones de HIPERACCESS estarán listas para la publicación en la primera mitad del año 2001.

2.5.5.- EL ESTANDAR HIPERLINK.

Este estándar es una variante de los estándares anteriores la cual proveerá de corto alcance con una conexión muy rápida de HIPERLAN e HIPERACCESS, por arriba de los 155 Mbits/s en distancias arriba de los 150 m. El espectro de frecuencias para HIPERLINK es la banda de los 17,1 a 17,3 GHz.

El trabajo sobre la estandarización de HIPERLINK está en procesos aún.

CAPITULO 3

PROTOCOLOS Y ESTANDARES

VoIP TCP/IP

H.323

3.1.- EL ESTANDAR VoIP – VOZ SOBRE IP.

El tráfico de voz sobre IP* es uno de los más prometedores y aunque existen ya varias aplicaciones comerciales, aún se encuentra en desarrollo. Al uso de la Internet para conversaciones telefónicas se le conoce como Telefonía en Internet o Voz sobre IP (VoIP*) y está revolucionando las telecomunicaciones no sólo por la gran oportunidad que representa para varias compañías de brindar el servicio de voz, sino que también será a precios extremadamente competitivos que beneficiarán a los usuarios.

Entre las ventajas de utilizar la red de datos para transmitir voz y video como datos, tenemos:

1. Ahorro de costos en las comunicaciones, ya que las llamadas para la empresa serán gratis.
2. Integración de servicios.
3. Unificación de estructuras.

La transmisión de paquetes de voz según la forma expuesta, es similar a la transmisión de un correo electrónico desde el origen hasta el destino. El problema es que no se garantiza el éxito en las transmisiones sobre IP, por lo cual si el correo no es legible o se "pierde" algún paquete, es necesario solicitar la retransmisión del mismo para que su recuperación sea factible.

Pero en el caso de la transmisión de voz esto no es así, ya que la necesidad de recibir los paquetes en un determinado orden, la necesidad de asegurar que no haya pérdidas y de conseguir una tasa de transmisión mínima hacen prácticamente necesaria la implantación de sistemas de calidad de servicio (QoS*).

Las ventajas de la tecnología de Voz sobre IP son:

1. Es más barato para usuarios finales porque los operadores pueden evitar el pagar cargos por interconexión.
2. Permite que más operadores compitan contra operadores más grandes al evitar utilizar sus infraestructuras y evitar ciertas regulaciones.
3. La telefonía con conmutación de circuitos utiliza 64 Kbits/s de ancho de banda mientras que por IP sólo de 6-8 Kbits/s y tal vez menos.
4. Ofrece posibilidades muy sorprendentes a largo plazo, como: puentes (bridges) para conferencias estéreo de alta fidelidad, conferencia múltiple en Internet, aplicaciones de aprendizaje a distancia, directorios telefónicos, incluso buscadores de WEB por voz con comandos interactivos por voz.
5. Da la versatilidad a los administradores de red de monitorear voz y datos sobre la misma plataforma.
6. Creará nuevos servicios y oportunidades para la investigación y negocios.
7. La red IP es la red estándar universal para la Internet, Intranets y Extranets.

Entre los principales inconvenientes tenemos:

1. Garantizar calidad de servicio en base a retardos y ancho de banda disponible en

una red IP no es realmente posible. Una vez digitalizada la voz y paquetizada, se envía al canal de transmisión y aquí no existen soluciones que nos garanticen o permitan establecer anchos de banda, orden de paquetes y retrasos asumibles en su transmisión. Las posibles soluciones pasan por diferenciar los paquetes de voz de los paquetes de datos, priorizar la transmisión de los paquetes de voz y hacer que los retrasos añadidos a la transmisión de los paquetes no superen en ningún caso los 150 ms (en base a la recomendación de la UIT).

2. Distintos organismos y fabricantes empiezan a definir soluciones y estándares, pero su aplicación o implementación no se considera posible en un mínimo de 2 a 3 años.

VoIP es una tecnología que permite comprimir el sonido, empaquetarlo y transmitirlo sobre la red IP. IP ha tenido su origen en transmisión de datos y no está demasiado adaptado a la transmisión de voz e imágenes. IP es un protocolo que solamente ofrece un tipo de QoS basado en proporcionar el mejor rendimiento posible en el enlace disponible. Actualmente la voz sobre IP tiene dos modos de ser transportada:

- A través de líneas privadas dedicadas que proporcionan una calidad de servicio aceptable.
- A través de redes públicas como Internet o redes públicas IP con una calidad de servicio inferior.

Los protocolos de entrega de paquetes más usados en las redes IP son 2: TCP* e IP. El protocolo TCP se ocupa de proporcionar conexiones garantizadas para paquetes de datos sobre IP, el protocolo UDP proporciona un servicio de entrega no garantizado; sin embargo, ninguno de estos protocolos puede proporcionar el soporte de aplicaciones en tiempo real como la voz.

Existen una serie de protocolos que intentan proporcionar servicios en tiempo real sobre IP como son RTP*, RTCP*, RSVP* y RTSP*. Sin embargo, es H.323 el protocolo internacional para conferencia sobre redes de paquetes que ha sido

aprobado por la UIT. El *protocolo H.323* se define como el estándar que permite que tráfico multimedia, en tiempo real, sea intercambiado sobre una red de paquetes (como lo es IP), añadiendo también la capacidad de flujos multimedia (retransmisiones de audio o de video). Los elementos básicos de una red H.323 se muestran en la figura 3.1, donde los terminales H.323 están conectados a dispositivos ISDN*, PSTN* e inalámbricos.

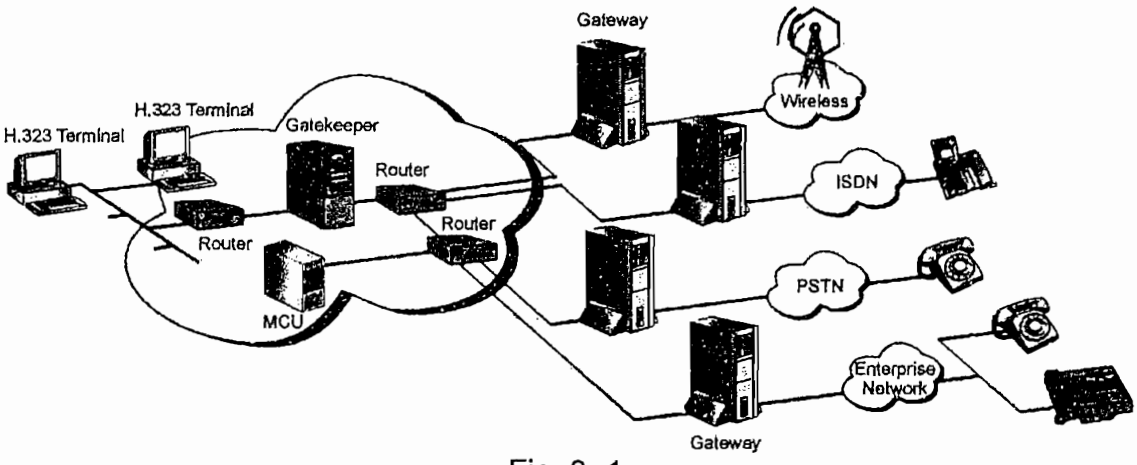


Fig. 3. 1

Red H.323 , sus componentes básicos .

Las líneas de trabajo actuales para conseguir QoS en una transmisión IP, están basadas en:

- Supresión de silencios y VAD* (detección activa de voz).- establecer diferencia entre habla y silencio, no transmitir paquetes de silencio y generación de silencios al otro extremo.
- Compresión de cabeceras.- la aparición de los estándares RTP/RTCP. RTP comprime cabeceras de 40 bytes a 2-4 la mayor parte del tiempo sin resolver reserva de recursos o calidad de servicio garantizada y TCP proporciona realimentación sobre la calidad.
- Reserva de Ancho de Banda.- implementación del estándar RSVP de la Internet Engineering Task Force (IETF*), RSVP incorpora reserva de ancho de banda y retardo además de establecer una lista de acceso dinámica de extremo a

extremo. Sus principales deficiencias se establecen en su defectuoso crecimiento (solución válida en redes pequeñas) y en su deficiente autorización y autenticación. Además hay que tener en cuenta que las actuales infraestructuras no la tienen en cuenta.

- Priorizar.- existen diferentes tendencias tales como:
  1.- CQ*.- asignación de un porcentaje del ancho de banda disponible.
  2.- PQ*.- establecer prioridad en las colas.
  3.- WFQ*.- asignar prioridad al tráfico de menos carga.
  4.- DiffServ.- definido en borrador por la IETF, evita tablas en ruteadores intermedios y establece decisiones de rutas por paquete.
- Control de Congestión.- uso del protocolo Random Early Discard (RED*), técnica que obligúa descartes aleatorios.
- Uso de IPv6*.- mayor espacio de direccionamiento y posibilidad de Ipv6 & Tunneling.

3.1.1.- LA TELEFONÍA IP VERSUS LA TELEFONÍA TRADICIONAL.

El estándar VoIP tiene como objetivo principal, asegurar la interoperabilidad entre equipos de diferentes fabricantes, fijando aspectos, tales como la supresión de silencios, codificación de la voz y direccionamiento, estableciendo nuevos elementos para permitir la conectividad con la infraestructura telefónica tradicional. Aunque la telefonía IP aprovecha la infraestructura de telecomunicaciones ya existente necesita nuevos elementos.

Los dos tipos de telefonía conviven de forma paralela en las redes de una determinada organización. Por un lado existe un circuito de datos y de forma paralela se aprecia un circuito de voz.

La telefonía IP, necesita un elemento que se encargue de transformar las ondas de voz en datos digitales y que además los divida en paquetes susceptibles de ser transmitidos haciendo uso del protocolo IP. Este elemento es conocido como

Procesador Digital de Señales (DSP*). Cuando los paquetes alcanzan el gateway de destino se produce el mismo proceso a través del DSP pero a la inversa con lo cual el receptor podrá recibir la señal analógica correspondiente a la voz del emisor.

3.1.2.- ANCHO DE BANDA NECESARIO.

Hasta hace muy poco tiempo el ancho de banda necesario para la transmisión de voz y video en tiempo real era considerablemente elevado, lo que hacia imposible este tipo de comunicaciones sobre redes de datos que no garantizaran una QoS, como por ejemplo Internet o redes basadas en el protocolo IP.

Actualmente la voz que recibe un gateway es digitalizada y comprimida según distintos algoritmos tales como GSM*, G.723.1, G.711, G.729, los cuales se caracterizan por conseguir mayores relaciones de compresión en detrimento del tiempo de latencia (tiempo necesario para descomprimir la voz para que pueda ser entendida de nuevo).

Algunos de estos algoritmos consiguen comprimir los paquetes de voz en 8 Kbits/s aproximadamente. El protocolo IP añade al paquete de voz digitalizado y comprimido, una serie de cabeceras para su correcto transporte a través de la red, lo que hace que el ancho de banda necesario se incremente hasta unos 16 Kbits/s.

Hay que considerar así mismo el parámetro denominado "supresión de silencios". Con este parámetro activado, se consigue que la transmisión de paquetes (uso de ancho de banda) se reduzca a las situaciones en que los agentes están hablando. El resto del tiempo se libera el ancho de banda. Considerando este aspecto, se puede afirmar que el tamaño medio de un paquete de voz durante una conversación es de 8 Kbits/s.

Con todo lo anterior se puede afirmar que con un canal B de cualquier línea ISDN (RDSI*): 2 canales B y 1 canal D, cuyo ancho de banda es de 64 Kbps se puede

realizar una comunicación de 8 llamadas simultáneas. Esto viene a demostrar que las necesidades de ancho de banda para este tipo de aplicaciones está al alcance de prácticamente cualquier empresa.

En el cuadro 3.1 se muestra la relación existente entre los distintos algoritmos de compresión de voz utilizados y el ancho de banda requerido por los mismos:

Algoritmos de compresión	Ancho de Banda (Kbits/s)
G.711 PCM	64
G.726 ADPCM	16, 24, 32, 40
G.727 E-ADPCM	16, 24, 32, 40
G.729 CS-ACELP	8
G.728 LD-CELP	16
G.723.1 CELP	6.3 / 5.3

Cuadro 3.1: Ancho de Banda requerido por los Codecs de voz actuales.

3.1.3.- CALIDAD EN LA TRANSMISION DE LA VOZ.

Referente a la calidad de la transmisión de la voz, todos los fabricantes e investigaciones hacen referencia a tres factores determinantes:

1. Codificadores de voz
2. Cancelación de eco y
3. Latencia.

3.1.3.1.- Codificadores de Voz.

Los codificadores de voz influyen en la digitalización de la voz en paquetes de datos que contienen voz y que serán transmitidos por la red IP, también influyen por el

retardo necesario para la descompresión de esos paquetes de voz, lo que implica un retardo añadido a la comunicación.

3.1.3.2.- Cancelación de Eco.

La cancelación de eco es un requerimiento necesario para una comunicación a través de VoIP, que elimina de forma automática y en tiempo real posibles ecos, ya que si no lo hiciera haría inteligible la comunicación.

3.1.3.3.- Latencia.

La latencia es el tiempo necesario para que la voz viaje de un extremo al otro, incluyen los tiempos necesarios para la compresión, transmisión y descompresión. Este tiempo tiende a minimizarse pero jamás podrá ser suprimido. Actualmente los tiempos que se están obteniendo de latencia giran alrededor de 120 ms.

3.2.- LA VIDEOCONFERENCIA.

La videoconferencia permite a un grupo de personas ubicadas en lugares distantes llevar a cabo reuniones como si estuvieran en la misma sala. Los participantes pueden escuchar a los otros y verse en video en movimiento. El sistema permite todas las opciones de presentación e intercambio de información que son posibles en las reuniones de forma presencial.

La mayoría de los sistemas de Videoconferencia Interactíva utilizan el video digital comprimido para la transmisión de imágenes en movimiento por medio de las redes de transmisión de datos tales como alta capacidad RDSI. El proceso de condensación de video imágenes reduce la cantidad de datos transmitidos a través de las líneas, transmitiendo sólo los cambios producidos en los cuadros de imágenes. Por haber minimizado el ancho de banda exigido para la transmisión de

imágenes, la condensación de video imágenes redujo también los costos de transmisión.

Las Videoconferencias Interactivas, a menudo se transmiten por medio de líneas del teléfono especializadas denominadas T1 o E1. Estas líneas trabajan a altas velocidades y son muy eficaces para esta tecnología, pero se alquilan por medio de circuitos especiales y tienen un costo de mantenimiento mensual relativamente alto. Los costos de comunicación se calculan en función de la distancia y en el tiempo de comunicación. Los sistemas de videoconferencia interactiva pueden operar a distintas velocidades de transmisión de datos, es decir a varios fragmentos de capacidad de líneas T1. Un sistema de Videoconferencia Interactiva también puede compartir una línea T1 con la transmisión de otro tipo de datos digitales como ser transmisiones de Internet o transferencias de archivos.

La Videoconferencia Interactiva normalmente es usada para conectar dos sitios remotos empleando sofisticada tecnología de computadoras. El centro de la Videoconferencia Interactiva es el codec. Este es el dispositivo electrónico que transmite y recibe las señales de video que los miembros de la videoconferencia verán en sus monitores de televisión. Puede ser más fácil de pensar en el codec como un módem sumamente sofisticado. Un módem toma datos digitales y lo transmite a través de las líneas de teléfonos regulares. El codec toma las señales analógicas, las comprime y digitaliza transmitiendo las señales a través de las líneas de teléfonos digitales.

Además de monitores de televisión, otro tipo de equipamiento es necesario para hacer una Videoconferencia Interactiva exitosa. Pueden incorporarse varias de las tecnologías instruccionales de uso más corriente como son: los videos, micrófonos, cámaras y computadoras.

Algunos sistemas también son capaces de conectar simultáneamente más de dos sitios a través del uso de una unidad de control multipunto (MCU*). Las conferencias

multipunto pueden ser eficaces aunque su planificación, sus dimensiones técnicas y su logística resulta ser una limitante a la hora de realizarlas.

Relativamente nueva la configuración "dial out", permite el uso de líneas telefónicas múltiples para conectar dos o más sitios en la misma conferencia. Acceder a líneas múltiples en forma simultánea puede ser muy difícil en localidades pequeñas. Además, el costo del uso del cableado telefónico puede ser prohibitivo. El costo de la llamada se multiplica por el número de líneas utilizadas en la conferencia.

3.2.1.- CLASES DE VIDEOCONFERENCIAS.

3.2.1.1.- Videoconferencias de escritorio.

Este sistema utiliza una computadora personal y un software especializado. Estos sistemas son menos caros, pero ofrecen una resolución limitada. Ellos son más efectivos para el uso individual o de grupos pequeños (hasta 4 personas).

3.2.1.2.- Videoconferencias para pequeños auditorios.

Este sistema se diseña principalmente para grupos pequeños (4-12 participantes) todos situados alrededor de una mesa de conferencias.

3.2.1.3.- Videoconferencias de sala.

Este tipo de sistema normalmente usa una alta calidad de componentes y equipos y una interfaz que permite que todos los participantes sean vistos en los monitores.

El estándar H.320 fue diseñado básicamente para ISDN, esta se ha ido adaptando para usarse en la tecnología WAN. El estándar recoge todos los subestándares como H.261 (video), G.7XX (audio), H.320 (control) y T.120 (datos).

La operación básica de un codificador de video es la de codificar digitalmente la información de audio y video. Estos procesos involucran la conversión de señales de analógico a digital y luego codifica las señales digitales en un estándar relevante.

La estructura de la trama H.221 es la responsable de la multiplexación del video, audio y datos en muchos de los aspectos de control del H.320.

Con el protocolo H.323, fabricantes, proveedores de servicios e integradores de sistemas, disponen de las herramientas necesarias para construir una solución completa y unificada: un conjunto de tecnologías capaces de soportar diversas aplicaciones de videoconferencia.

3.3.- EL PROTOCOLO H.323.

El Protocolo H.323 es una estructura de estándares que define como los servicios de voz, datos y video pueden ser transportados sobre redes IP. El H.324 y el H.320 son estándares similares para telefonía regular y redes RDSI, respectivamente. Como parte de toda la estructura del H.323, el protocolo RTP y el protocolo RTCP definen como el tráfico sensible al retardo (voz y video) tienen una prioridad especial, para asegurar las comunicaciones en tiempo real.

H.323 describe terminales, equipos y servicios para comunicaciones multimedios por redes LAN que proporcionan una calidad de servicio no garantizada. Los terminales y equipos H.323 pueden transportar voz en tiempo real, datos y video o cualquier combinación de los mismos incluyendo la videotelefonía.

H.323 conjuntamente abarca los requisitos técnicos de los servicios de videotelefonía en banda estrecha, describe terminales, equipos y servicios para comunicaciones multimedios a través de redes LAN que proporcionan una QoS no garantizada, los terminales H.323 pueden ser implementados en dispositivos independientes o estar integrados en computadoras personales. Se pueden utilizar en configuraciones multipunto

interactuar con terminales H.310 y H.321 en la RDSI-BA*, H.320 en la RDSI-BE*, H.322 en las LAN de QoS garantizada, H.324 en RTGC* y redes inalámbricas y terminales V.70 en la RTGC.

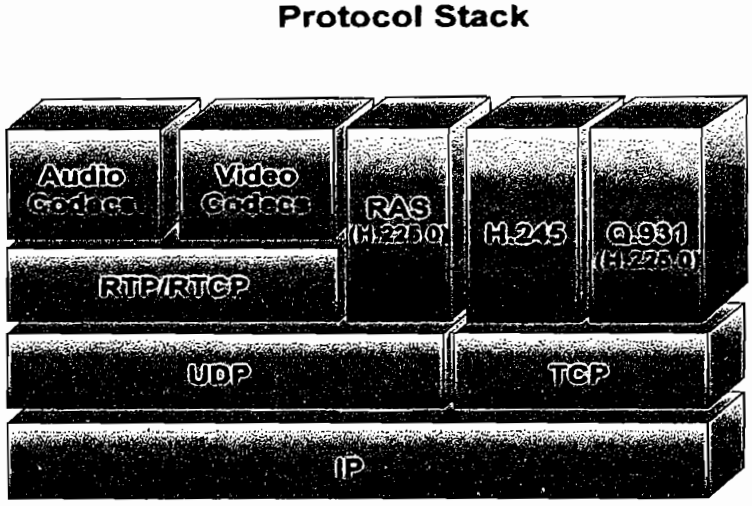


Fig. 3.2

Pila de Protocolos de H.323.

En el caso de transmisión de voz, es necesario asegurar unos parámetros mínimos para que una conversación pueda tener lugar. Los parámetros más influyentes en el comportamiento de una transmisión de voz son los siguientes:

- Retardos de los paquetes.- una red IP no asegura el retardo de un paquete.

- Jitter.- muy dependiente del retardo de los paquetes. Consiste en el tiempo de variación en la llegada de paquetes.

- Pérdida de paquetes.- al estar basado en una transmisión no fiable, las pérdidas de paquetes, en caso de que exista congestión o problemas en la transmisión, pueden llegar a ser importantes.

3.3.1.- COMPONENTES VIDEOTELEFÓNICOS H.323.

Los componentes videotelefónicos lo constituyen todos los terminales, las pasarelas

los guardianes de puerta, los controladores multipunto (MC*) y las MCU. Estos componentes se comunican a través de la transmisión de trenes de información.

3.3.2.- TRENES DE INFORMACION.

Como ya anotamos en el párrafo anterior, los componentes se comunican a través de la transmisión de trenes de información, los mismos que se clasifican en :

3.3.2.1.- Trenes de audio.

Estos trenes son aquellos que contienen señales vocales digitalizadas y codificadas, las mismas que van acompañadas de señales de control de audio.

3.3.2.2.- Trenes de video.

Contienen señales de video en movimiento digitalizadas y codificadas, y van acompañadas de señales de control de video.

3.3.2.3.- Trenes de datos.

Estos trenes, contienen imágenes fijas, facsímil, documentos, ficheros y otros trenes de datos.

3.3.2.4.- Trenes de control de las comunicaciones.

Estos trenes, son aquellos que transfieren señales o datos de control, entre los elementos funcionales, se utilizan para el intercambio de capacidad, control de modo entre otras funciones.

3.3.2.5.- Trenes de control de la llamada.

Son señales utilizadas para el establecimiento, liberación y otras funciones del control de llamada.

3.3.3.- LOS TERMINALES H.323.

El terminal H.323 es un punto extremo de la red LAN, el mismo que facilita las comunicaciones en tiempo real y de manera bidireccional con el otro terminal, pasarela o MCU.

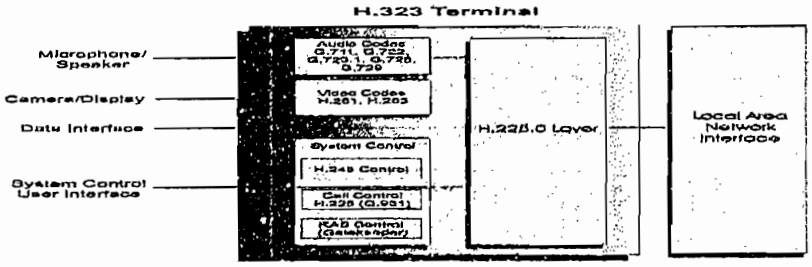


Fig. 3.3

Terminal H.323.

La comunicación entre los dos terminales contiene señales de control, audio, video en color y movimiento, y/o datos. El terminal puede proporcionar sólo señales vocales, vocales y datos, vocales y video o las tres señales juntas.

3.3.3.1.- Codec de Video.

Los codec de video son opcionales, estos proveen comunicaciones de video, capaces de codificar y decodificar según QCIF de la recomendación H.261.

3.3.3.2.- Codec de Audio.

Todos los terminales H.323 tienen un codec de audio, los mismos que tienen la capacidad de codificar y decodificar las señales vocales, de acuerdo con la recomendación G.711. Estos transmiten y reciben según la ley A y la ley μ. Un

terminal tiene la posibilidad del funcionamiento asimétrico para todas las capacidades de audio, el mismo que haya declarado dentro de las capacidades de manera optativa, que puede enviar más de un canal de audio al mismo tiempo.

Los paquetes de audio son entregados a la capa transporte, el tiempo de entrega de cada uno de los paquetes es de 5 ms a más tardar, luego de un múltiplo completo del intervalo de la trama de audio, medido a partir desde la primera trama de audio.

3.3.3.3.- Retardo del trayecto de recepción.

Para mantener la sincronización y la fluctuación de las llegadas de los paquetes de red se añade un retardo, de igual manera están incluidos en este retardo, el retardo del trayecto de recepción. Los puntos de procesos intermedios, como la MCU o las pasarelas, de igual forma pueden alterar la información de indicación de tiempo de video y audio donde transmitirán indicaciones de tiempo de video y de audio, y números de secuencia.

Los puntos extremos de recepción pueden añadir el retardo que haga falta en el trayecto de audio para lograr la sincronización con el movimiento de los labios.

3.3.3.4.- Canal de datos.

El canal de datos puede ser unidireccional o bidireccional, dependiendo de la aplicación se puede utilizar para transmisiones de datos no normalizados y datos de usuario transparente, tanto si se proporciona como no se proporciona, la aplicación T.120 equivalente.

3.3.3.5.- Función de control de la recomendación H.245.

Se utiliza el canal de control H.245 para llevar de extremo a extremo mensajes de control que rigen el funcionamiento de la entidad H.323, de igual manera se incluye

el intercambio de capacidades, apertura y cierre de canales lógicos, mensajes de control de flujo e indicaciones generales.

Esta señalización se establece entre 2 puntos extremos, por ejemplo un punto extremo y un MC o un punto extremo y un guardián de puerta. Esta recomendación H.245 especifica varias entidades de protocolos independientes, que soportan la señalización desde un punto extremo a otro, la misma que se especifica por su sintaxis, su semántica y un conjunto de procedimientos que establecen el intercambio de mensajes y la interacción con el usuario.

Los puntos extremos soportan la sintaxis, semántica y los procedimientos de las siguientes entidades de protocolo:

1. Determinación principal-subordinado.
2. Intercambio de capacidad.
3. Señalización de canal lógico.
4. Señalización de canal lógico bidireccional.
5. Señalización de cierre de canal lógico.
6. Petición de modo.
7. Determinación de retardo de ida y vuelta.
8. Señalización de bucle de mantenimiento.

3.3.3.5.1.- Intercambio de capacidades.

La posibilidad que tiene el terminal, de recibir y procesar trenes de información entrantes, son descritos por las capacidades de recepción mientras que la posibilidad del terminal, de transmitir trenes de información, son descritos por las capacidades de transmisión.

Los transmisores limitan el contenido de la información, ya que transmiten a lo que el receptor le haya indicado que es capaz de recibir, la ausencia de una capacidad de

recepción indica que el terminal no puede recibir, es transmisor solamente. Las capacidades de transmisión sirven para ofrecer a los receptores la elección entre varios modos de funcionamiento, de tal manera que el receptor pueda pedir el modo en el que desea recibir. La ausencia de una capacidad de transmisión indica que el terminal no ofrece la elección del modo preferido al receptor.

Las capacidades totales del terminal son descritas mediante un conjunto de estructuras descriptoras de capacidades, cada una de las cuales es una sola estructura de capacidades simultáneas y un número de descriptor de capacidades, enviando más de un descriptor de capacidades, el terminal puede señalar dependencias entre los modos diferentes que puede utilizar de manera simultánea.

3.3.3.5.2.- Determinación Principal-Subordinado.

Se utiliza para resolver conflictos entre dos puntos extremos que pueden ser ambos el MC de una conferencia, los cuales están intentando abrir un canal bidireccional. En estos procedimientos ambos puntos extremos intercambian números aleatorios en el mensaje de determinación principal-subordinado de la recomendación H.245 para determinar cual es el punto principal y cual es el subordinado.

Los puntos extremos pueden funcionar tanto en el modo principal como subordinado, los puntos extremos fijan el tipo de terminal en el valor específico en el siguiente cuadro.

Cuadro de valores de tipo de terminal	Entidad H.323			
Conjunto de características	Terminal	Cabecera	Guardián puerta	MCU
Entidad sin MC	50	60	NA	NA
Entidad que contiene un MC pero no MP	70	80	120	160
Entidad que contiene MC con MP de datos	NA	90	130	170

Entidad que contiene MC con MP de datos y audio	NA	100	140	180
Entidad que contiene MC con MP de datos, audio y video	NA	110	150	190

Cuadro 3.2 : Valores de tipo de terminal .

Se fijan el número de determinación de situación en un número aleatorio comprendido entre 0 y 2^{24}-1 , el punto extremo de cada llamada solo elige un número aleatorio excepto en el caso de números aleatorios idénticos . El MC activo debe utilizar un valor de 240 , en tanto que una entidad H.323 simple , puede tomar parte en las llamadas múltiples , el valor utilizado para tipos de terminal en el proceso de determinación principal-subordinado se basa en las características que la entidad haya asignado a la llamada en la que se encuentra señalizada .

3.2.4.- LA PASARELA O GATEWAY.

Una pasarela, es un punto extremo en la red LAN, la cual proporciona comunicaciones en ambos sentidos en tiempo real entre terminales H.323 de la LAN y otros terminales UIT en una red extensa o con otra pasarela. La pasarela proporciona la conversión adecuada entre formatos de transmisión y procedimientos de comunicación, además realiza el establecimiento y la liberación de la llamada en el lado de LAN y RCC* y viceversa, todo esto de manera transparente.

Los puntos extremos se pueden comunicar directamente y sin la necesidad de la participación de la pasarela en una misma LAN, por lo que si no se requiere realizar la conexión con otros terminales fuera de la LAN se puede prescindir de la pasarela.

La pasarela tiene la ventaja de que puede actuar como un terminal o como MCU, por ejemplo en un principio puede estar actuando como terminal y luego empezar a funcionar como MCU, utilizando la señalización H.245, en una llamada que al inicio

era punto a punto, para ver si la pasarela actúa como terminal o como pasarela, ésta se registra en el guardián de puerta y así se conoce quienes son pasarela y quienes terminales. Se puede realizar la conexión con la RCC cuando él o los terminales a los que queremos conectarnos está fuera de la LAN, mediante la pasarela.

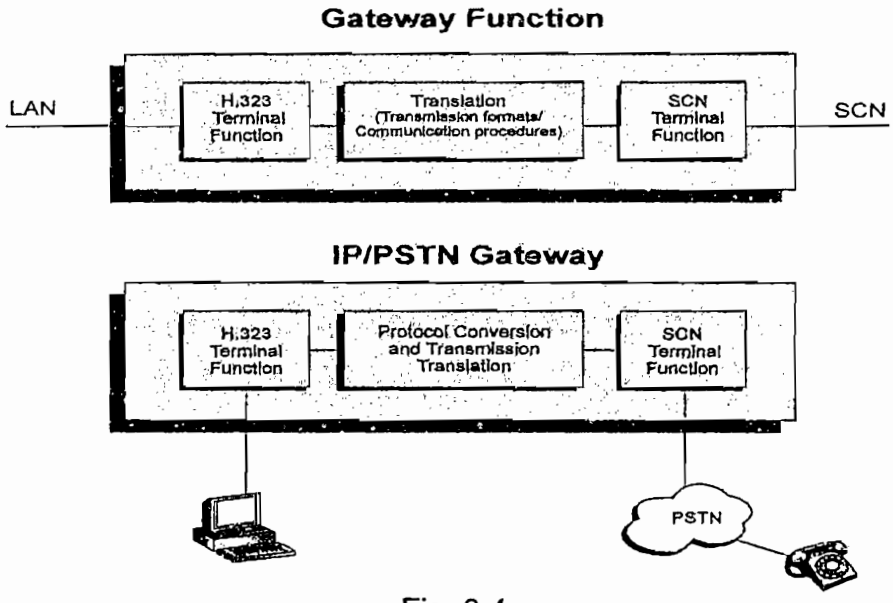


Fig. 3.4

Funciones de la Pasarela.

3.2.5.- EL GUARDIAN DE PUERTA (OPCIONAL).

El guardián de puerta es aquel que realiza el control de la llamada a los puntos extremos H.323, este guardián de puerta, lógicamente se encuentra separado de los puntos extremos, pero físicamente puede ser implementado con un terminal, MCU, pasarela etc.

En la red pueden coexistir más de un guardián de puerta, los mismos que realizan las siguientes funciones:

a) Conversión de dirección.- efectúa la conversión de la dirección de alias a la dirección transporte.

b) Control de admisiones.- el acceso de la LAN es actualizado mediante mensajes ARQ/BRJ/ARJ.
c) Control del ancho de banda.- Para pedir cambios de ancho de banda se realiza mediante la admisión de mensajes BRQ/BRJ/BCF.
d) Gestión de zona.- se proporciona todas las funciones anteriores para los terminales, MCU y pasarelas que se registran mediante el canal RAS.

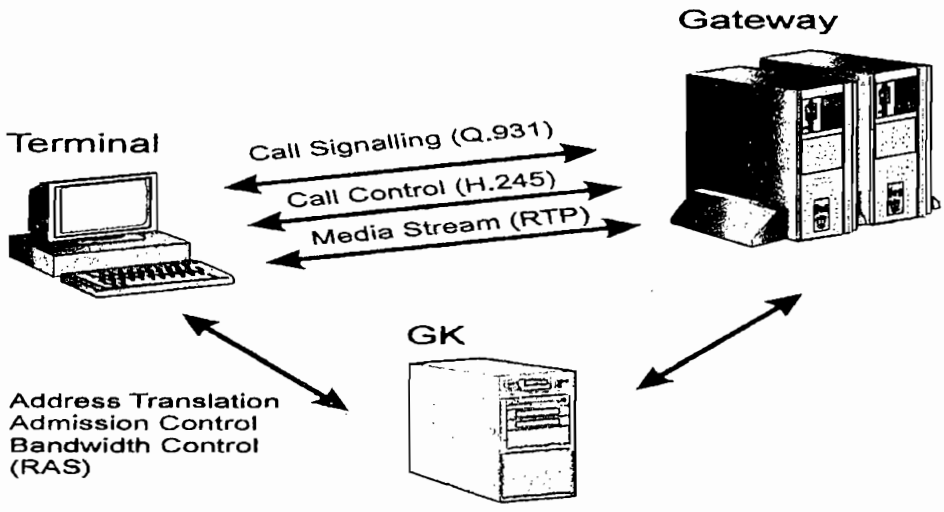


Fig. 3. 5

El Guardián de Puerta.

El guardián de puerta puede opcionalmente realizar las siguientes funciones:

a) Señalización de control de llamada.
b) Autorización de la llamada.
c) Gestión del ancho de banda.
d) Estructura de datos de información de gestión de guardián de puerta.
e) Reserva de ancho de banda para terminales que no pueden efectuar esta función.
f) Servicio de directorio.

3.3.6.- EL CONTROLADOR MULTIPUNTO (MC).

El MC otorga las funciones de control, para la realización de conferencias entre 3

o más puntos extremos de una conferencia multipunto, donde el MC realiza el intercambio de capacidades de todos y cada uno de los puntos extremos de la conferencia, indicándoles los modos de funcionamiento.

El MC establece el modo de comunicación seleccionado (SCM*) para la conferencia, el cual puede ser establecido de manera común o de manera alternada con SCM distintos para los puntos terminales. La conexión entre un terminal y un MC es mediante un canal de control H.245, conexión que puede ser realizada de las siguientes formas:

a) Mediante una conexión explícita con una MCU.
b) Mediante una conexión implícita al MC en un guardián de puerta.
c) Mediante una conexión implícita al MC en otro terminal o pasarela de la conferencia multipunto.
d) Mediante una conexión implícita a través de un guardián de puerta a una MCU.

Una vez realizada la conexión con el MC, se puede elegir el modo de conferencia, el cual puede ser limitado por la capacidad de los puntos extremos o del MC.

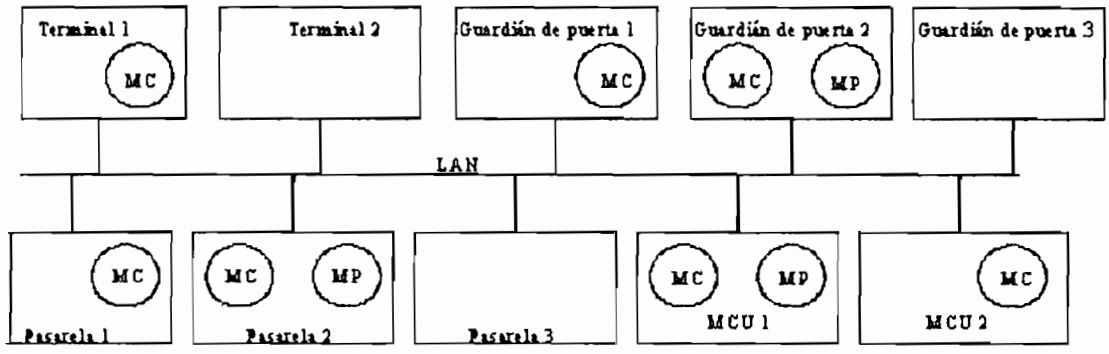


Fig. 3.6

Posibles ubicaciones de un MC.

Del gráfico podemos concluir, que una MCU siempre contiene un MC y que una pasarela puede o no contener un MC dependiendo de su modo de funcionamiento.

3.3.7.- El PROCESADOR MULTIPUNTO (MP).

El MP* puede procesar uno o más tipos de trenes: de audio, video, datos y los devuelve a los puntos extremos. El MP proporciona conmutación o mezcla de video, si procesa video, esta conmutación realiza la selección de video o la mezcla realiza la formatación de más de una fuente en el tren, que será enviada por el MP como salida a los terminales. El MP prepara N salidas a partir de M entradas de audio conmutado o mezclado, si procesa audio, la mezcla requiere la codificación del audio de entrada en señales lineales, donde puede atenuar o reducir ciertas señales indeseables como el ruido. El MP es capaz de desempeñarse como un proveedor de MCS (Servicio de Comunicación Multipunto), si procesa datos.

3.3.8.- LA UNIDAD DE CONTROL MULTIPUNTO (MCU).

Es un punto extremo, la cual brinda soporte para los conferencias multipunto, la cual está formada por un MC y MP (opcional), lo más común es que la MCU esté formada por un MC y un MP de audio, video y datos, para sustentar conferencias multipunto descentralizadas.

3.3.9.- CAPACIDAD MULTIPUNTO.

3.3.9.1.- Capacidad Multipunto Centralizada.

Este modo de funcionamiento lo poseen todos los terminales incluyendo a las pasarelas que funcionen como terminales, en donde los terminales se comunican con el MC de la MCU punto a punto en el canal de control y con el MP en los canales de audio, video y datos.

Las funciones que realiza el MC son de control multipunto H.245 y el MP realiza la conmutación de mezcla de video, audio y datos multipunto, la conversión de diferentes formatos y velocidades binarias de audio, video y datos.

La MCU se encarga de distribuir el video procesado, mediante la utilización de multidifusión siempre y cuando los terminales lo reciban.

3.2.9.2.- Capacidad Multipunto Descentralizada.

El MC en este modo de funcionamiento, posee la capacidad de controlar a los terminales que se encuentran multidifundiendo audio y/o video de una manera activa, además de proporcionar funciones de control de conferencia, en este modo, los terminales se comunican con el MC de una MCU, una pasarela, un guardián de puerta o un terminal de manera punto a punto, en un canal de control H.245 y con un MP con canales de datos optativamente si poseen esta capacidad multipunto descentralizada.

Los terminales reciben canales de audio y video en multidifusión, si son canales de video realiza la selección de uno o más canales para la presentación visual y si son canales de audio realiza la mezcla de audio para presentar una señal de audio compuesta al usuario.

3.2.9.3.- Audio y Video, Multipunto-Centralizada Híbrido.

Si los terminales y la MCU poseen la capacidad de audio o video multipunto centralizado híbrido, se puede realizar capacidad multipunto distribuido para video y centralizado para audio o multipunto distribuido para audio y centralizado para video, respectivamente, comunicándose los terminales de manera punto a punto con el MC en el canal de control H.245 y de manera optativa con un MP en el canal de datos.

Los terminales si tienen la capacidad de audio, multidifunden sus canales de video y de audio si poseen la capacidad de video, a todo el resto de los puntos extremos de la conferencia, mientras que el MC controla al o a los terminales que multidifunden video y audio de manera activa, respectivamente.

Los terminales reciben canales de video en multidifusión y seleccionan uno o más canales que se encuentren disponibles para la realización visual al usuario, si tienen la capacidad de audio. Mientras que si poseen la capacidad de video, los terminales reciben canales de audio en multidifusión y realizan la función de la mezcla de audio para la presentación visual al usuario de una señal compuesta.

Los terminales envían o transmiten sus canales de audio o video al MP dependiendo de que capacidad posean, donde el MP realiza la mezcla de audio y envía a la salida trenes de audio (si poseen la capacidad de audio) o realiza las funciones de conmutación o conversión de formato de video y envía como salida trenes de video resultantes a los terminales (si posee la capacidad de video).

El MP puede realizar la producción de una suma de audio exclusiva o de video para cada terminal de la conferencia y multidifundir un tren de video para minimizar el ancho de banda utilizado en la LAN, a todos los terminales participantes.

3.2.9.4.- Establecimiento de modo común.

Los terminales reciben del MC una lista de capacidades de recepción, en donde se indica el modo de transmisión deseado, paro con esto conseguir un modo común de comunicaciones, o se puede basar en las instrucciones multipunto, lo cual no es muy conveniente.

3.2.9.5.- Adaptación de la Velocidad en la Configuración Multipunto.

Para limitar las velocidades binarias de transmisión, el MC es el encargado de enviar mensajes de control de flujo para este fin, todo esto debido a que los terminales pueden enviar velocidades binarias diferentes.

3.2.9.6.- Sincronización con el Movimiento de los Labios.

Para mantener el sincronismo entre audio y video, el MP que proporcione mezcla de audio de configuraciones multipunto, modifica las indicaciones de tiempo de los trenes de audio y video, al mezclar audio, el MP sincroniza cada uno de los trenes de audio entrantes con su propia temporización, mezclando y generando nuevos trenes de audio en base a su propia temporización y con sus propios números de secuencia, si además el MP conmuta video se realiza todo lo anterior y se origina un número de secuencia para indicar que es procedente del MP y así sincronizarlo con el tren de audio mezclado.

El que puede mantener la sincronización dentro de una conferencia multipunto distribuida con el movimiento de los labios, es el terminal receptor, lo hace mediante la alineación del tren de video y de audio asociado mediante las indicaciones de tiempo RTP. Lo que no será garantizado, es la sincronización en las conferencias multipunto híbridas.

3.2.9.7.- Cifrado en Configuraciones Multipunto.

En una configuración multipunto centralizada el MP es una entidad fiable, donde cada puerto del MP cifra los trenes de información hacia cada terminal y descifra los trenes de información provenientes de cada terminal H.323.

3.2.10.- SEÑALIZACIÓN DE LA LLAMADA.

La señalización de la llamada consiste en los procedimientos para establecer una llamada, petición de cambio del ancho de banda, situación de los puntos extremos y liberación de la llamada.

3.2.10.1.- Direcciones.

3.2.10.1.1.- Direcciones LAN.

La dirección LAN es la encargada de identificar de manera exclusiva a la entidad H.323, cada una de estas entidades debe tener al menos una dirección de LAN, es decir, especifica el entorno LAN en el que se encuentra situado el punto extremo.

3.2.10.1.2.- Identificador TSAP.

Los identificadores TSAP son aquellos que permiten la multiplexación de varios canales, los mismos que comparten la misma dirección LAN, el punto extremo posee un identificador TSAP, el de canal de RAS de señalización de llamada y una dirección de multidifusión de descubrimiento.

3.2.10.1.3.- Dirección de alias.

Las direcciones de alias, son aquellas que proporcionan un método alternativo de direccionamiento del punto extremo, los que incluyen número de acceso a la red, número telefónico (direcciones E.164), identificador ID H.323 las cuales son únicas dentro de una misma zona.

Si en el sistema existe un guardián de puerta, el punto extremo lo direcciona a través de su dirección de transporte de canal de señalización o dirección de alias, si no existe el guardián de puerta, el punto extremo direcciona directamente utilizando su dirección de transporte de canal de señalización.

3.2.10.2.- Canal de Registro , Admisiones y Situación (RAS).

Este canal RAS es empleado para los procesos de descubrimiento del guardián de puerta y registro de punto extremo que asocian una dirección de alias de punto extremo mediante el transporte de mensajes. El canal de registro es un canal no fiable.

3.2.10.2.1.- Descubrimiento del guardián de puerta.

Es el proceso por el cual el punto extremo utiliza para la determinación del guardián de puerta en el que debe registrarse, este procedimiento puede ser manual o automático.

El proceso manual permite la asociación del punto extremo, con su guardián de puerta mediante la introducción en la configuración del punto extremo o en un fichero de inicialización, por lo que el punto extremo conoce con qué guardián de puerta se encuentra asociado.

El proceso automático permite que la asociación del punto extremo con su guardián de puerta cambie con el tiempo, esto se lo realiza mediante el descubrimiento automático que permite una tara administrativa menor y permite reemplazar un guardián de puerta sin la necesidad de configurar manualmente todos los puntos extremos.

El punto extremo puede enviar un mensaje de petición de guardián de puerta (GRQ) de manera multidifundida, con este mensaje la pregunta que realiza es ¿Quién es mi guardián de puerta?. De donde pueden contestar uno o más guardianes de puerta mediante el mensaje de confirmación de guardián de puerta (GCF) en el cual indica " Yo puedo ser tu guardián de puerta " y enviar su dirección de transporte de su canal de RAS, en el caso de que el guardián de puerta no desee que se registre este punto extremo, envía el mensaje de rechazo de guardián de puerta (GRJ).

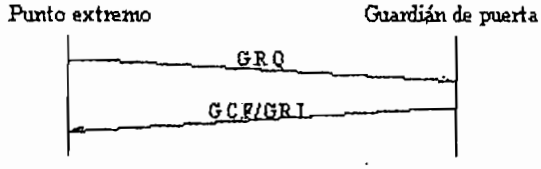


Fig. 3.7

Proceso de descubrimiento del Guardián de Puerta .

Si ninguno de los guardianes de puerta contestan al mensaje enviado por el punto extremo, al pasar un determinado tiempo, el punto extremo puede intentar un nuevo

mensaje de petición de guardián de puerta GRQ.

3.2.10.2.2.- Registro del punto extremo.

Es el proceso en el cual un punto extremo se registra en un guardián de puerta, donde le envía toda la información necesaria como: su dirección de transporte, dirección de alias, con el fin de incorporarse a una nueva zona, este registro es realizado antes de que se intente cualquier llamada, el punto extremo envía una petición de registro (RRQ) al guardián de puerta, en la petición se envía la dirección de transporte de canal RAS del guardián de puerta. El punto extremo posee la dirección LAN del guardián de puerta desde su proceso de descubrimiento y utiliza el identificador TSAP de canal RAS.

El guardián de puerta puede responder con una confirmación de registro (RCF) o con un rechazo de registro (RRJ) como lo muestra la siguiente figura.

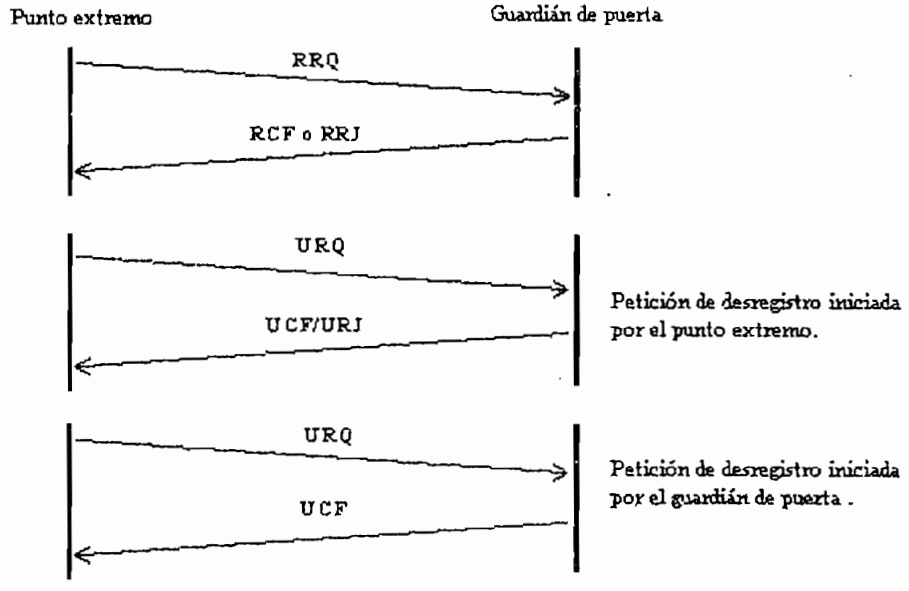


Fig. 3.8

Registro del punto extremo .

El guardián de puerta puede recibir múltiples peticiones de registro (RRQ) procedentes de un mismo punto extremo, si el guardián de puerta recibe una RRQ con la misma dirección de alias y dirección de transporte de una RRQ previa, éste responderá con RCF, si recibe una RRQ con la misma dirección de alias de una RRQ previa y una dirección de transporte diferente, el guardián rechaza el registro indicando registro repetido, si el guardián recibe una RRQ con la misma dirección de transporte de una RRQ previa y una dirección de alias diferente, el guardián sustituye las inscripciones de cuadro de conversión.

Si el punto extremo no contiene una dirección de alias en el mensaje RRQ, el guardián puede asignar uno y devuelve la dirección de alias asignada al terminal en el mensaje RCF.

La cancelación del registro de un punto extremo se la realiza a través de un mensaje de petición de desregistro (URQ), mensaje que es enviada al guardián de puerta y él responde con un mensaje de confirmación de desregistro (UCF) pero si el punto extremo no se encuentra registrado en el guardián de puerta, éste devuelve un mensaje de rechazo de registro (URJ), gracias a esto, los puntos extremos tienen la facultad de cambiar la dirección de alias asociada con su dirección transporte. Esta cancelación puede realizarse también, mediante un mensaje enviado por parte del guardián de puerta de petición de desregistro (URQ) al punto extremo, el mismo que responde con un mensaje de confirmación de desregistro (UCF) y posteriormente se registrará nuevamente en un guardián de puerta.

3.2.10.2.3.- Localización de punto extremo.

Esto se lo realiza mediante la emisión del mensaje de petición de localización (LRQ), mediante un punto extremo o guardián de puerta que tiene una dirección de alias para un punto extremo, puede determinar su dirección de transporte.

Este mensaje puede ser multidifundido como el mensaje GRQ que se envía al

identificador TSAP de canal RAS o si es multidifusión, se envía la dirección de multidifusión de descubrimiento conocida del guardián de puerta, este responde con el mensaje de confirmación de localización (LCF) que contiene la dirección de transporte del canal de señalización de llamada de extremo a extremo. Se envía un mensaje de rechazo de localización (LRJ) por parte de los guardianes de puerta en los que no se encuentre registrado el punto extremo, si han recibido previamente el LRQ por el canal RAS.

3.2.10.2.4.- Admisiones, cambio de ancho de banda, situación, desligamiento.

Para proporcionar funciones de control de admisiones y gestión de ancho de banda, se envían mensajes entre un punto extremo y un guardián de puerta. En el mensaje de petición de admisiones (ARQ) se especifica el ancho de banda, el mismo que es un límite superior de la velocidad binaria promediada en un segundo de todos los canales de audio y de video, transmitidos y recibidos, con la exclusión de los encabezamientos RTP, LAN entre otros. Los canales de datos y de control no están incluidos en este límite.

Se puede reducir el ancho de banda gracias al mensaje de confirmación de admisión (ACF) que es enviado por el guardián de puerta. De igual forma se puede reducir el ancho de banda mediante la utilización del mensaje de petición de cambio de anchura de banda (BRQ), mensaje que puede ser enviado por un punto extremo o el guardián de puerta.

3.2.10.3.- Canal de Señalización de Llamada.

Este canal es el encargado de llevar mensajes de control de llamada de la recomendación H.225, los cuales son enviados directamente entre los puntos extremos si no existe el guardián de puerta, mediante la utilización de las direcciones de transporte de señalización de llamada, mientras que en las redes que posean guardián de puerta, el intercambio de mensajes de admisión inicial se da lugar entre

el punto extremo y el guardián de puerta, gracias a la utilización de la dirección de transporte de canal de RAS del guardián de puerta, el mismo que indica en el mensaje ACF si la señalización de llamada se envía directamente al otro punto extremo o es encaminado mediante el guardián de puerta.

3.2.10.3.1.- Encaminamiento del canal de señalización de llamada.

El encaminamiento de los mensajes de señalización de llamada se los puede realizar de 2 maneras:

1. Encaminamiento mediante el guardián de puerta, donde los mensajes de señalización se encaminan a través del guardián de puerta entre los puntos extremos .

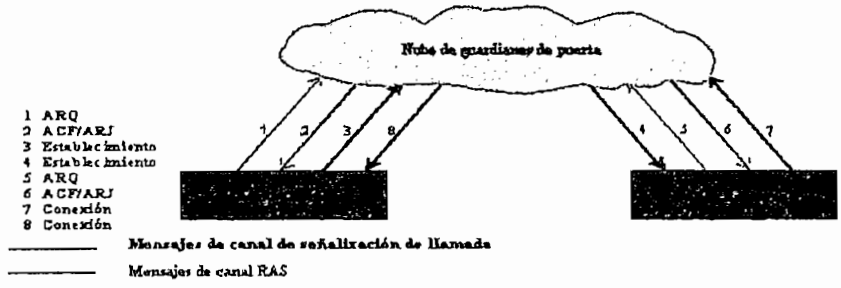


Fig. 3.9

Encaminamiento mediante el guardián de puerta.

2. Encaminamiento de forma directa entre los puntos extremos.

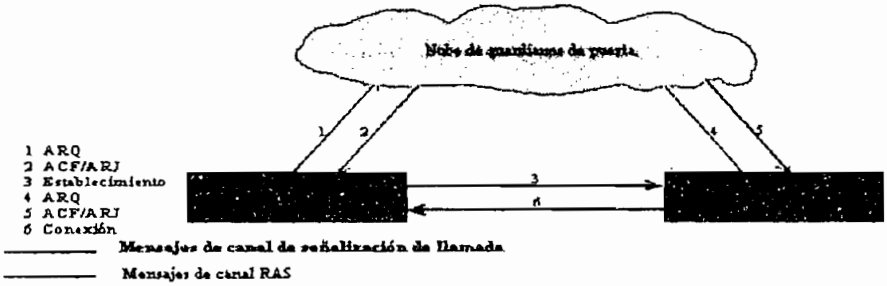


Fig. 3.10

Encaminamiento en forma directa.

El procedimiento a ser utilizado queda bajo la responsabilidad del guardián de puerta. Los dos procedimientos utilizan los mismos mensajes y conexiones, primero los mensajes de admisión, que son intercambiados en canales RAS con el guardián de puerta y luego el intercambio de mensajes de señalización de llamada y seguido del establecimiento del canal de control H.245.

3.2.10.3.2.- Encaminamiento del canal de control.

Se tienen dos procesos para encaminar el canal de control si la señalización de llamada es encaminada por el guardián de puerta.

El primero se establece directamente entre los puntos extremos.

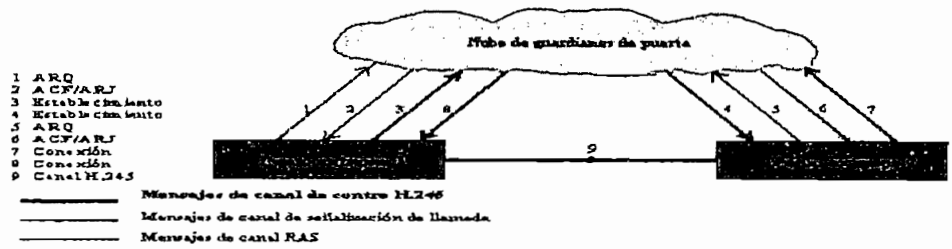


Fig. 3.11

Encaminamiento del canal de control en forma directa.

El segundo se establece el encaminamiento entre los puntos extremos mediante el guardián de puerta.

Fig. 3.12

Encaminamiento del canal de control a través del guardián de puerta.

3.2.10.4.- Valor de Referencia de Llamada (CRV*).

El valor CRV, se utiliza para asociar todos los mensajes relacionados con la misma llamada, el mismo CRV se utiliza en los mensajes de admisión, establecimiento de llamada, servicio suplementario, cambio de ancho de banda y terminación de llamada, las nuevas llamadas utilizan un CRV nuevo.

3.2.10.5.- ID de Conferencia y Cometido de la Conferencia.

El ID de conferencia (CID*) identifica a la conferencia con el mensaje que está asociado, se refiere a llamadas dentro de la misma conferencia. El ID se forma a partir de 16 bytes de la siguiente manera:

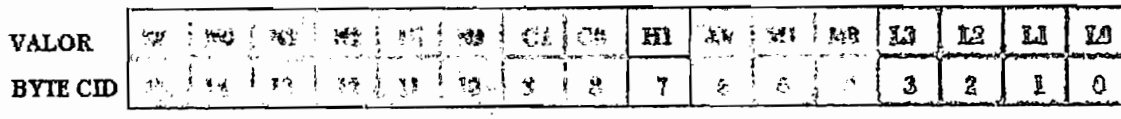


Fig. 3.13

Estructura del ID.

- N0 a N5 son 48 bits de dirección LAN física.
- C0 y C1 son 16 bits del contador incrementado.
- H1 , A , M1 , L0 a L3 son 60 bits bajo el orden del reloj de 100 ns desde octubre 15, 1582 , zona de área local.
- V son 4 bits de versión.

La asignación de bits es la siguiente:

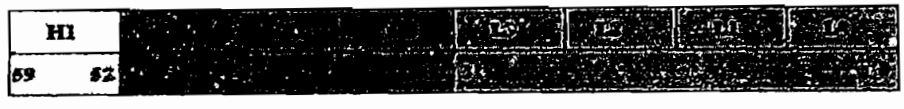


Fig. 3.14

Asignación de bits dentro del byte CID.

3.2.11.- PROCEDIMIENTOS DE SEÑALIZACION DE LA LLAMADA.

Para proveernos de comunicación se deben realizar los siguientes procedimientos:

Establecimiento de la llamada	(Fase A)
Comunicación inicial e intercambio de capacidad	(Fase B)
Establecimiento de comunicación audiovisual	(Fase C)
Servicios de llamada	(Fase D)
Terminación de la llamada	(Fase E)

3.2.11.1.- Fase A , Establecimiento de la llamada.

El establecimiento de la llamada tiene que ver con la utilización de los mensajes de control de llamada de la recomendación H.225 para establecer la comunicación entre los puntos extremos, las peticiones de reserva de ancho de banda se realizan los más antes posible.

3.2.11.2.- Fase B, Comunicación inicial e intercambio de capacidad.

Luego de haber realizado el establecimiento de la llamada entre ambos puntos extremos, éstos se disponen para establecer el canal de control H.245. Para lo cual se utilizan los procedimientos de la Recomendación H.245, en el canal de control, para el intercambio de capacidad y la apertura de canales de medios, así como la determinación de principal subordinado.

3.2.11.3.- Fase C , Establecimiento de comunicación audiovisual.

Luego del intercambio de capacidades y la determinación de principal subordinado, se realizan los procedimientos de la Recomendación H.245 para que mediante éstos tengan la capacidad de abrir canales lógicos para los diversos trenes de información. Los trenes de audio y vídeo se transportan en identificadores TSAP dinámicos

utilizando un protocolo no fiable. Después de haber realizado la apertura de los canales lógicos para audio y vídeo, se envía un mensaje indicación de asimetría máxima H.225.0 por el transmisor para cada par de audio y vídeo asociado.

3.2.11.4.- Fase D , Servicios de la llamada.

3.2.11.4.1.- Cambios de ancho de banda.

El guardián de puerta es el encargado de establecer y aprobar inicialmente el ancho de banda, durante el intercambio de admisiones. Un punto extremo debe asegurar que la suma correspondiente a todos los canales transmitidos y recibidos tanto de audio como de video sin encabezamientos RTP, encabezamientos de cabida útil RTP, encabezamiento LAN y otras, se hallen dentro de este ancho de banda.

3.2.11.4.2.- Situación.

El guardián de puerta puede utilizar la secuencia de mensajes de petición de información (IRQ) respuesta a petición de información (IRR) con la finalidad de determinar si un punto extremo se ha desconectado o ha pasado a un modo fallo, a fin de revisar secuencialmente los puntos extremos con un intervalo establecido por el fabricante. El intervalo de revisión secuencial es superior a 10 segundos.

3.2.11.4.3.- Ampliación de una conferencia ad hoc.

Una conferencia multipunto ad hoc puede ser ampliada a partir de una conferencia punto a punto en la que participa un MC, para lo cual, se crea en inicio una conferencia punto a punto entre dos puntos extremos (punto extremo 1 y punto extremo 2). Una vez que se ha creado la conferencia punto a punto, dicha conferencia puede ser ampliada a conferencia multipunto de dos maneras diferentes.

La primera manera es cuando cualquier punto extremo en la conferencia invita a otro

punto extremo (punto extremo 3) a la conferencia llamando a ese punto extremo a través del MC. La segunda manera es que un punto extremo (punto extremo 3) se incorpore a una conferencia existente llamando a un punto extremo participante de la conferencia.

3.3.11.4.4.- Servicios suplementarios.

Los puntos extremos pueden utilizar los servicios suplementarios definidos en las Recomendaciones Q.931 y Q.932 y en las Recomendaciones de la serie Q.95X. Los cuales hacen uso del canal de señalización de llamada.

3.3.11.5.- Fase E, Terminación de la llamada.

Cualquiera de los puntos extremos puede terminar una llamada mediante el siguiente procedimiento:

1. Interrumpir la transmisión de video al final de una imagen completa y a continuación cerrar todos los canales lógicos de vídeo.
2. Interrumpir la transmisión de datos y a continuación cerrar todos los canales lógicos de datos.
3. Interrumpir la transmisión de audio y a continuación cerrar todos los canales lógicos de audio.
4. Transmitir el mensaje instrucción finalizar sesión de la Recomendación H.245 por el canal de control H.245, indicando al extremo distante que desea desconectarse de la llamada e interrumpe la transmisión de mensajes H.245. Para continuación, cerrar el canal de control H.245.
5. Esperar recibir el mensaje instrucción finalizar sesión del otro punto extremo y cerrar el canal de control H.245.
6. Si el canal de señalización de llamada está abierto, se enviará un mensaje liberación completa y se cerrará el canal.
7. Liberar la llamada utilizando un guardián de puerta.

Un punto extremo que reciba una instrucción finalizar sesión sin haberla transmitido primero, realizará los pasos 1 a 7 anteriores, con la excepción de que en el paso 5 esperará el mensaje de instrucción de fin de sesión procedente del primer punto extremo.

La terminación de una llamada puede no terminar una conferencia, una conferencia puede ser terminada explícitamente utilizando un mensaje H.245.

3.4.- LA ARQUITECTURA TCP/IP .

La arquitectura TCP/IP es la base para la red Internet y en general para la interconexión de redes heterogéneas, que puede ser utilizado en cualquier topología con diferentes medios de transmisión y con diferentes tecnologías.

El conjunto de protocolos TCP/IP fue desarrollado en sus inicios por la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada (ARPA) de los Estados Unidos, para la red ARPANET, cuya evolución es la Internet. En donde el propósito fundamental fue la de establecer una red, la cual permita que los mensajes sean enrutados o reenrutados en más de una dirección, el problema es definir qué camino seguir, de tal forma que la red pueda seguir funcionando, aún si partes de la red fueran destruidas.

Su nombre TCP/IP proviene de sus dos protocolos importantes de la arquitectura, el Protocolo de control de transmisiones (TCP) y el Protocolo Internet (IP). Todos juntos llegan a ser más de 100 protocolos diferentes definidos en este conjunto.

3.4.1.- SERVICIOS DE LA ARQUITECTURA TCP/IP.

Esta arquitectura define tres clases de servicios, que son:

a) Servicios de aplicación.

b) Servicio de transporte extremo a extremo.
c) Servicio de entrega de datagramas no confiable.

Los servicios de aplicación requieren de la base del servicio de transporte extremo a extremo y éste a su vez se fundamenta sobre el nivel inferior que ofrece un servicio no confiable de entrega de paquetes sin conexión y con lo cual se logra que TCP/IP sea adaptable a diferentes topologías de red.

3.4.2.- CAPAS Y PROTOCOLOS DE LA ARQUITECTURA TCP/IP.

TCP/IP es una arquitectura de red, ya que en cada capa se especifica cómo y qué funciones realizan, mediante los protocolos. Dichos protocolos se los utiliza en la actualidad en la red Internet. Esta arquitectura especifica cuatro capas, donde cada capa es responsable de diferentes funciones, se basa en que la capa inferior trabaja para las capas superiores y que cada capa se comunica con la correspondiente de otro sistema.

Las cuatro capas especificadas son:

1. Capa Host-Red o Interfaz a Red.
2. Capa Internet.
3. Capa Transporte.
4. Capa Aplicación.

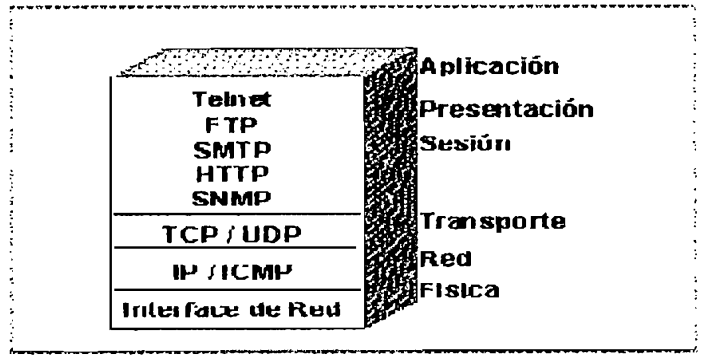


Fig. 3.14

Capas de la arquitectura TCP/IP.

A nivel de ruteadores, solo se habla de las dos primeras capas, mientras que a nivel de host se habla de las cuatro capas.

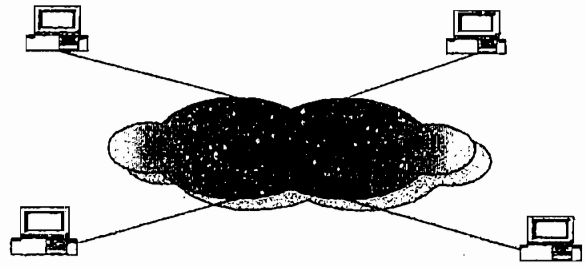


Fig. 3.15

Red de comunicaciones .

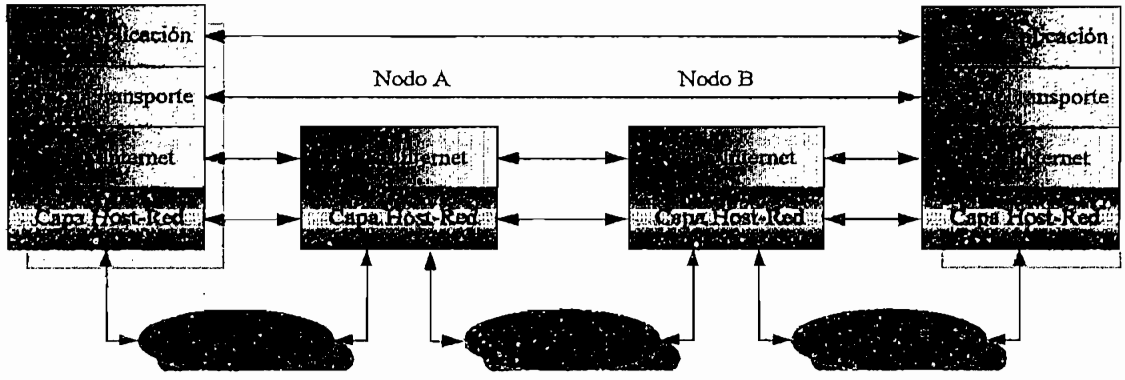


Fig. 3.16

Capas de la Arquitectura TCP/IP a nivel de host y nodos.

3.4.3.- CAPA HOST-RED (CAPA INTERFAZ A RED).

Esta capa es también conocida como la capa enlace, es la encargada de establecer las comunicaciones entre el usuario y la nube, realiza la conexión con el hardware físico de la red. En esta capa no se especifica ningún protocolo, por lo que se puede utilizar cualquiera de ellos, siempre y cuando se pueda transmitir datagramas IP (paquetes IP), como por ejemplo Protocolo PPP o LLTP.

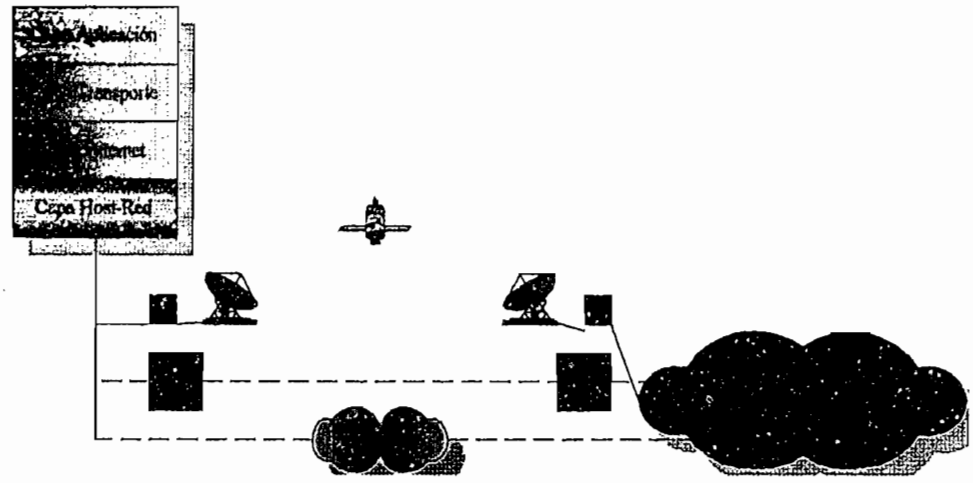


Fig. 3.17

Tipos de acceso a la subred de comunicaciones.

La ventaja que otorga, es la libertad de elección del protocolo y medio de transmisión con la cual se va a comunicar entre sí a todo tipo de equipo de manera transparente, mediante el empleo de redes con distintas tecnologías utilizando diversos medios de transmisión.

3.4.3.1.- Protocolos de Capa Host-Ret.

En esta capa se pueden utilizar los siguientes protocolos, los mismo que son de bajo nivel, tales como:

3.4.3.1.1.- Protocolo de Resolución de Direcciones ARP.*

El protocolo ARP le permite a un equipo obtener la dirección física de un equipo destino, ubicado en la misma red física, proporcionando solamente la dirección IP destino. Las direcciones IP y física de la computadora que consulta es incluida en cada emisión general ARP, el equipo que contesta toma esta información y actualiza su tabla de conversión. ARP es un protocolo de bajo nivel que oculta el direccionamiento de la red en las capas inferiores, permitiendo asignar, a nuestra

elección, direcciones IP a los equipos en una red física.

Una conversión dinámica de direcciones Internet a direcciones físicas es la más adecuada, debido a que se obtiene la dirección física por respuesta directa del nodo que posee la dirección IP destino. Una vez que la dirección física se obtiene, ésta es guardada en una tabla temporal para subsecuentes transmisiones, de no ser así podría haber una sobrecarga de tráfico en la red debido a la conversión de direcciones por cada vez que se transmitiera un paquete.

La interface de red recibe un datagrama IP a enviar a un equipo destino, en este nivel se coteja la tabla temporal de conversión, si existe una con la referencia adecuada ésta se incorpora al paquete y se envía. Si no existe la referencia un paquete ARP de emisión general, con la dirección IP destino, es generado y enviado. Todos los equipos en la red física reciben el mensaje general y comparan la dirección IP que contiene con la suya propia, enviando un paquete de respuesta que contiene su dirección IP. La computadora origen actualiza su tabla temporal y envía el paquete IP original y los subsecuentes, directamente a la computadora destino.

El funcionamiento de ARP no es tan simple como parece. Supóngase que en una tabla de conversión exista un mapeo de una máquina que ha fallado y se le ha reemplazado la interface de red, en este caso los paquetes que se transmitan hacia ella se perderán pues ha cambiado la dirección física, por tal motivo la tabla debe eliminar entradas periódicamente.

Formato de mensaje del ARP.

- HLEN.- Longitud de la dirección del hardware.
- PLEN.- Longitud de la dirección del protocolo.
- Operación.- Indica si es mensaje de consulta o de respuesta.
- HW Emisor.- Dirección Física del Emisor.
- IP Emisor.- Dirección IP del Emisor.

- HW Destino.- Dirección Física del Destino.
- IP Destino.- Dirección IP del Destino.

El formato de mensaje de ARP no es fijo, lo que le permite ser usado por otros protocolos de alto nivel.

3.4.4.- CAPA INTERNET O RED.

Esta capa, es la responsable de dar el camino a los mensajes a través de la nube, implementa un servicio no orientado a conexión, ya que éste elige el mejor camino a seguir, se encarga de aislar a las capas superiores de la tecnología de red que se utiliza debajo de ellas.

La tecnología que usa puede ser un enlace de ondas electromagnéticas, a través de fibra óptica, satelital, telefónico, lo cual no le debe importar a las capas superiores .

3.4.4.1.- Protocolos de Capa Internet.

Se definen tres protocolos:

1. Protocolo Internet (IP).
2. Protocolo de Control de Mensajes en Internet (ICMP) y
3. Protocolo de Gestión de Grupo en Internet (IGMP).

3.4.4.1.1.- Protocolo Internet (IP).

El Protocolo IP, es un protocolo no confiable, no orientado a conexión, el mismo que es el encargado de realizar las siguientes funciones:

- Define el formato del datagrama IP, la cual es la unidad básica de la transferencia de datos en la Capa Internet.
- Realiza el ruteo de los datagramas.
- Define el conjunto de reglas que caracterizan la distribución de datagramas en forma no confiable y sin conexión.
- Fragmentación.- la arquitectura de interconexión de redes propuesta por TCP/IP indica que éstas deben ser conectadas mediante una compuerta. Sin obligar a que la tecnología de las redes físicas que se conecten sea homogénea. Por tal motivo si para interconectar dos redes se utilizan medios con diferente MTU*, los datagramas deberán ser fragmentados para que puedan ser transmitidos. Una vez que los paquetes han alcanzado la red extrema los datagramas deberán ser reensamblados.

El datagrama IP se lo forma por una cabecera y un campo de datos, en el cual se encapsulan los paquetes TCP, UDP, ICMP, IGMP etc.

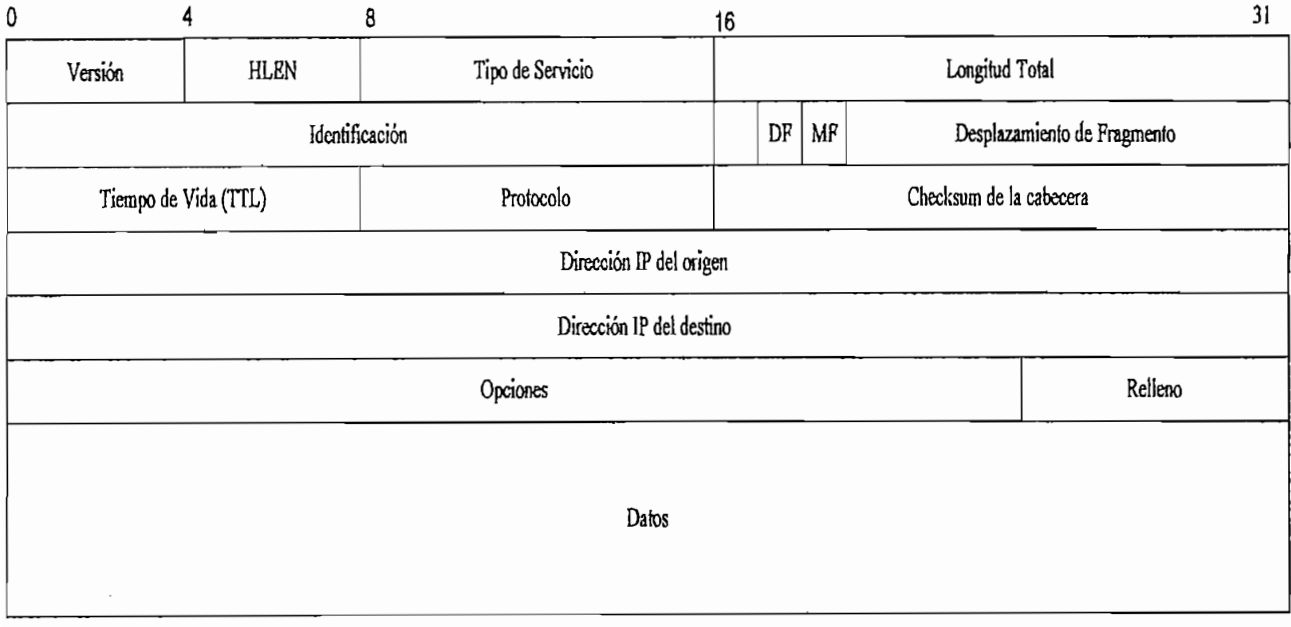


Fig. 3.18

Formato de datagrama IP .

La cabecera debe al menos tener 20 bytes (5 grupos de 32 bits), la cabecera está formada de las siguientes partes:

- Versión.- 4 bits que indican la versión del protocolo IP utilizado, actualmente IPv4 e IPv6, los cuales no son compatibles entre sí.
- HLEN.- 4 bits que definen la longitud de la cabecera en unidades de 32 bits.
- Tipo de servicio.- son 8 bits los cuales especifican como un protocolo de capa superior quiere que le sean enviados sus datagramas, a través de la subred de comunicaciones, éste a su vez posee los subcampos de prioridad de datagrama, retardo de transmisión (Delay) , capacidad (Throughput) , confiabilidad (Reliability) .
- Longitud Total.- 16 bits que especifican la longitud total del datagrama en bytes.
- Identificación.- 16 bits mediante los cuales contienen un número entero para identificar un datagrama, gracias a esto se puede dar cuenta de que si un datagrama es fragmentado, todas sus partes tienen la misma identificación.
- Bit DF.- mediante este bit se indica si el datagrama puede o no ser fragmentado, con DF=0 puede ser fragmentado y DF=1 no puede ser fragmentado.
- Bit MF.- Mediante este bit se indica hay más fragmentos, ya que con MF=0 indica que es el fragmento final y con MF=1 indica que hay más fragmentos del mensaje.
- Desplazamiento de fragmento.- Indica la posición de un fragmento dentro del datagrama.
- Tiempo de vida (TLL).- Indica el tiempo máximo en segundos en el que un datagrama puede estar circulando por la red antes de ser descartado, cuyo valor máximo es de 255 segundos, esto teóricamente, mientras que en la práctica me da el número máximo de saltos que puede dar el datagrama y si se pasa de este valor, el datagrama es desechado. Cada vez que el datagrama llega a un ruteador, el ruteador decrementa el valor contenido en TLL en una unidad.
- Protocolo.- Es el que contiene el código numérico de un protocolo de capa superior, que en el destino deberá recibir los paquetes de datos, que se encuentran en el campo de datos del datagrama.

- Checksum de la cabecera.- Permite detectar los errores ocurridos en la cabecera del datagrama únicamente, durante la transmisión por la red.
- Dirección IP del origen.- Contiene la dirección IP del host origen.
- Dirección IP del destino.- Contiene la dirección IP del host destino.
- Opciones.- Este es un campo opcional y de longitud variable, en múltiplos de 4 bytes y debe incluir relleno, el mismo que permite implementar pruebas y control de la red.
- Datos.- En lo referente a los datos existe un inconveniente que la capa Internet debe afrontar, éste es determinar el tamaño máximo de datagrama que se puede enviar en el campo de datos, para lo cual se define una Unidad de Transferencia Máxima de una red (MTU), como el tamaño máximo de datos que se pueden transmitir en un datagrama de un protocolo en una determinada red. Obsérvese que este parámetro está determinado por la arquitectura de la red: para una red Ethernet el valor de la MTU es de 1500 bytes. Dependiendo de la tecnología de la red los valores de la MTU pueden ir desde 128 hasta unos cuantos miles de bytes.

3.4.4.1.2.- Protocolo de Control de Mensajes en Internet (ICMP).

Este protocolo puede ser utilizado por los ruteadores como por los host, es utilizado por los ruteadores con la finalidad de enviar mensajes de error y de control hacia otros ruteadores o hacia otros host. Mientras que es utilizado por los host en la determinación de si un destino es accesible o no.

Entre los mensajes ICMP más comunes tenemos:

- Destino inalcanzable.
- Eco y respuesta de eco ejemplo el mensaje PING.
- Problema de parámetros.
- Redireccionamiento.
- Tiempo de vida excedido.

- Solicitud de sello de tiempo.
- Solicitud de máscara de subred.

Estos mensajes ICMP son enviados encapsulados en el datagrama IP, los mismos que se especifican con un valor de protocolo igual a 1.

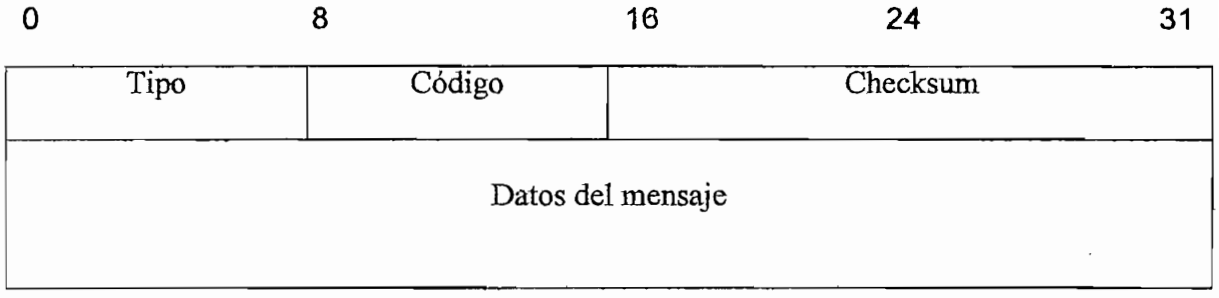


Fig. 3.19

Formato de un mensaje ICMP.

La cabecera del mensaje ICMP está formado por el tipo, el código de error que provocó el mensaje ICMP. Los 16 bits del checksum sirven para detectar los errores sobre el mensaje ICMP, mientras que el campo de datos contiene la información del mensaje ICMP.

Entre las aplicaciones que utilizan este protocolo tenemos:

- PING.- Es el mensaje por el cual , permite determinar si un destino es accesible o no, esto se lo logra midiendo el tiempo en que se tarda en alcanzar un host, es decir, el origen envía este mensaje y el destino responde con el mismo mensaje, el tiempo total determina su accesibilidad.

- TRACEROUTE.- Sirve para indicar qué ruta seguirán los datagramas desde el origen a su destino.

3.4.4.1.2.- Protocolo de Gestión de Grupo en Internet (IGMP).

Al igual que ICMP, este puede ser usado por host y ruteadores, pero con la característica de que soporten transmisión multicasting, esto indica que la transmisión de un mismo datagrama IP llegará a un grupo determinado de host, identificado por una misma dirección IP clase D, gracias a este tipo de transmisión se pueden lograr las videoconferencias, envío de mensajes a varios destinos etc.

Si lo utilizan los ruteadores multicast, IGMP les permite conocer a qué grupos de multicast están afiliados ciertos host de la red. Si lo utilizan los host, IGMP sirve para informar el deseo de unirse a un grupo multicast a un ruteador.

El mensaje IGMP es encapsulado en el datagrama IP para ser enviado y son especificados con un valor de protocolo igual a 2.

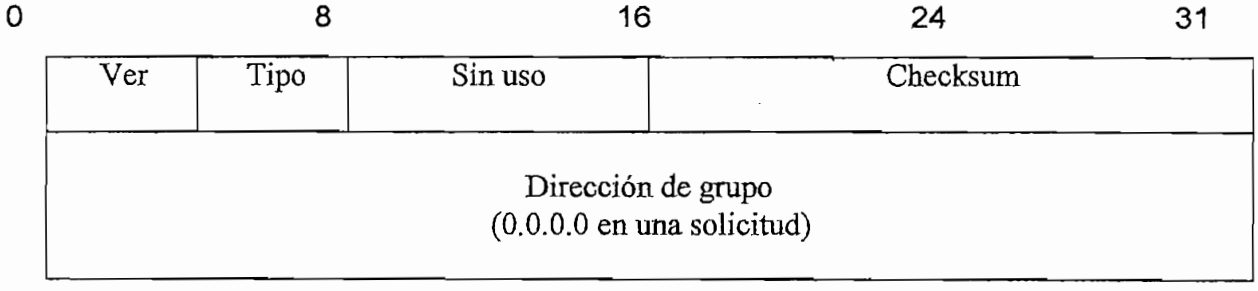


Fig. 3.20

Formato de un mensaje IGMP.

- Ver.- Indica la versión del protocolo IGMP.
- Tipo.- con el valor de 1, me indica que es un mensaje de solicitud, mientras que con el valor de 2 me indica que es un mensaje de reporte.
- Checksum.- es el campo mediante el cual se ve si ha ocurrido errores.
- Dirección de grupo.- es una solicitud que un ruteador multicast realiza a los hosts, ya que en el reporte de un host, contiene la dirección de grupo a la que pertenece el proceso.

3.4.5.- CAPA TRANSPORTE.

La capa transporte es la que establece el camino extremo a extremo, de dos maneras, con:

1. Servicio orientado a conexión (TCP).
2. Servicio no orientado a conexión (UDP).

Quien se encarga de escoger con que servicio va a trabajar, es la aplicación, más no el usuario. En los servicios no orientados a conexión un datagrama puede viajar por cualquier camino y debe ir etiquetada la información con la dirección destino, con esto se logra mayor rapidez pero los datos pueden llegar con errores, lo que no sucedo con los servicios orientados a conexión, en donde no se envía el mensaje hasta que la conexión no se haya establecido, por lo cual si requiero de confiabilidad la aplicación debe recurrir a esta clase de servicio.

3.4.5.1.- Protocolos de Capa Transporte.

En esta capa se definen dos protocolos, tales son:

1. Protocolo de Control de Transmisión TCP.
2. Protocolo de Usuario de Datagrama UDP.

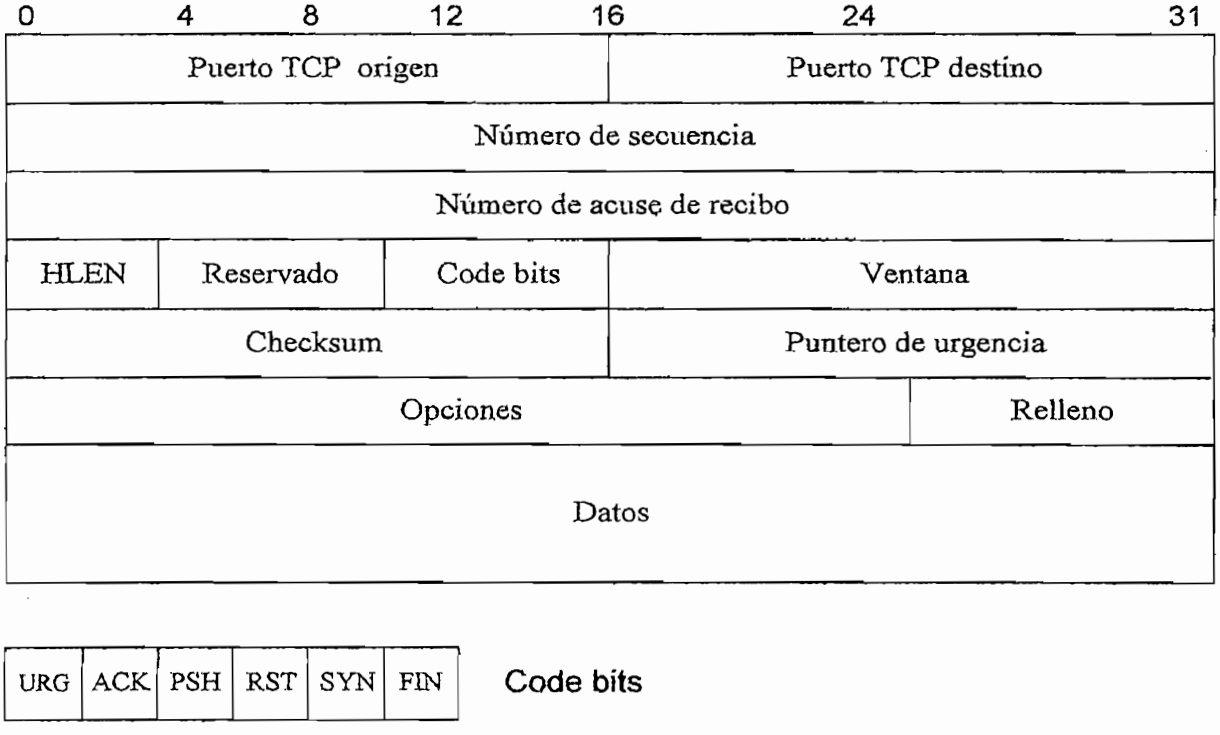
3.4.5.1.1.- Protocolo de Control de Transmisión (TCP).

TCP es un protocolo orientado a conexión, el mismo que garantiza que los datos lleguen a su destino sin errores y en una secuencia correcta, en una comunicación extremo a extremo, para que sea utilizado por los programas de la capa aplicación que requieran este servicio, este protocolo se encarga de ocultar las imperfecciones de la red, no asume la confiabilidad en los protocolos de bajo nivel como IP.

La mayoría de aplicaciones en Internet operan sobre un servicio orientado a conexión, dado por TCP . TCP proporciona los procesos de capa aplicación tales como:

- Transferencia continua de flujo de datos.
- Confiabilidad.
- Control de flujo.
- Circuitos virtuales.
- Multiplexaje.
- Comunicación full duplex.

En esta capa se hablan de segmentos TCP, el mismo que se encuentra formado por una cabecera y un área de datos. El formato del segmento TCP se muestra a continuación.



Code bits

Fig. 3.21

Formato del segmento TCP.

- Puerto TCP origen.- Es el número del puerto TCP que identifica al programa de aplicación origen.
- Puerto TCP destino.- Es el número del puerto que identifica al programa de aplicación destino.
- Número de secuencia.- Indica el número de secuencia del primer byte de datos contenido en el campo de datos. Es utilizado por el destino para ubicar el segmento en su lugar adecuado dentro del flujo de datos enviado.
- Número de acuse de recibo.- Número de secuencia del siguiente byte de datos que espera recibir el host destino.
- HLEN.- Determina la longitud de la cabecera en unidades de 32 bits.
- Reservado.- Es un campo reservado para el futuro.
- Code bits.- En este campo se definen 6 bits y cuyo significado es:
- URG.- Es un bit que indica algo parecido a una prioridad, ya que con URG=1 se indica que el segmento lleva información urgente en el campo de datos.
- SYN.- Antes de enviar mis mensajes debo establecer la conexión , para la cual es utilizado este bit.
- FIN.- Este bit es utilizado para terminar las conexiones.
- ACK.- Este bit es conjuntamente utilizado con FIN y SYN, cuando tiene un valor de ACK=0 y con ACK=1 indica que el campo de acuse de recibo es válido.

  SYN=1 Y ACK=0 establece la comunicación.

  FIN=1 y ACK=0 termina la comunicación.

  ACK=1 acepta la conexión o la liberación si es respuesta.
- RST.- Mediante RST=1 la comunicación se termina de manera abrupta y unilateral de la conexión.
- PSH.- Me indica que una parte determinada del mensaje sea procesado, no todo, solicita la entrega inmediata de la información sin que sea almacenada hasta lograr tener un tamaño de datos adecuado para poder enviar.
- Ventana.- Indica el número de mensajes que puedo enviar sin tener acuse de recibo, indica el número de bytes que en ese momento el destino puede almacenar en sus buffers internos.
- Checksum.- Este campo permite determinar si han ocurrido errores en el

segmento y reconocer si el segmento llegó a su destino y puerto correcto.

- Puntero de urgencia.- Es un puntero que permite indicar la posición del último byte de datos urgentes enviados en un segmento junto con otros datos que se encontraban previamente almacenados.
- Opciones.- Utilizado para proporcionar una serie de opciones adicionales.

3.4.5.1.2.- Protocolo de Usuario de Datagrama (UDP).

UDP es un protocolo no orientado a conexión, no confiable, que envía los datos desde un host a otro sin garantizar su correcta recepción, no realiza control de flujo ni control de errores.

Como UDP es un protocolo no orientado a conexión, no confiable, los datagramas de usuario pueden perderse, duplicarse o llegar a su destino en desorden, por lo cual la capa aplicación es la encargada de solucionar estos inconvenientes.

El formato del segmento UDP está formado por una cabecera y un área de datos de la siguiente manera.

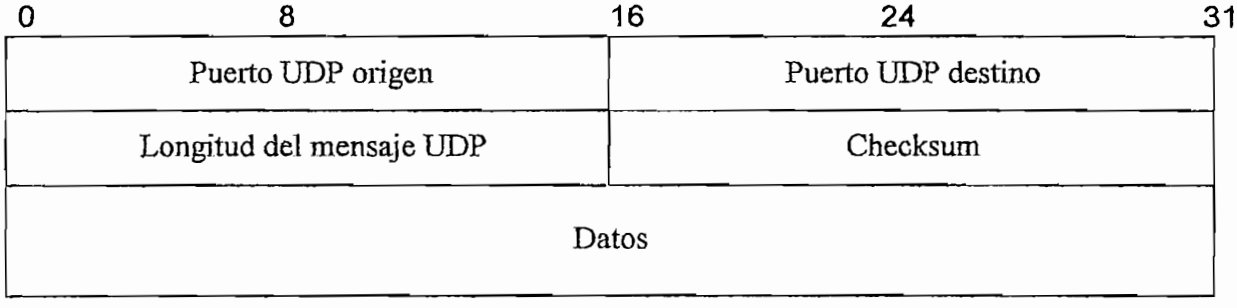


Fig. 3.22

Formato del segmento UDP.

- Puerto de origen.- Valor del puerto UDP de origen.
- Puerto destino.- Valor del puerto UDP destino.
- Longitud del mensaje UDP.- Este campo contiene la longitud total de bytes del

datagrama de usuario UDP.

- Checksum.- Es el campo utilizado para determinar errores en los datos y es capaz de reconocer si un datagrama de usuario llegó a su destino correcto y puerto correcto.

Debido a que cada puerto UDP se encuentra asociado a un número de puerto según la aplicación, cada programa de aplicación puede ser identificado por aquel número de puerto, es capaz de multiplexar varias comunicaciones de transporte utilizadas por procesos de aplicación entre un host origen y un host destino, que se estén ejecutando simultáneamente.

3.4.5.1.3.- RTP: Protocolo en tiempo real.*

En Internet el protocolo de transporte para tráfico multimedia es RTP este se implementa sobre UDP, no aportando fiabilidad adicional, ni reservas de recursos u otras garantías. Se incluye información sobre los orígenes del tráfico, por lo que se puede multiplexar por el camino.

Incorpora marcas de tiempo específicas para cada medio transportado, que se utilizan para eliminar jitter y para sincronizar entre flujos. Varios paquetes pueden llevar la misma marca de tiempo si pertenecen a la misma unidad de datos a nivel de aplicación. Incorpora números de secuencia para detectar pérdidas dentro de un flujo.

Descripción de RTP

- Fuente de sincronización (SSRC).- Identificadores de flujo suministrados con RTCP, con tiempo de vida igual a la duración de la sesión.
- Sistema final.- Aplicaciones que emiten o consumen paquetes RTP.

Entre los emisores y los receptores puede haber 2 tipos de nodos:

- Mezclador.- Recibe varios paquetes RTP, los combina y envía otro nuevo con SSRC = mezclador, añadiéndose los CSRC al final.
- Fuente contributiva (CSRC).- Origen de flujo que llega a un mezclador. Ejemplo: varios flujos de audio se sincronizan, combinan y se envían como único flujo.
- Traductor. Hace reenvío de paquetes tras modificarlos. Ejemplo: conversión de codificación de vídeo, o un filtro en un cortafuegos.
- Monitor.- Aplicación que recibe paquetes de RTCP.

Formato del paquete RTP.

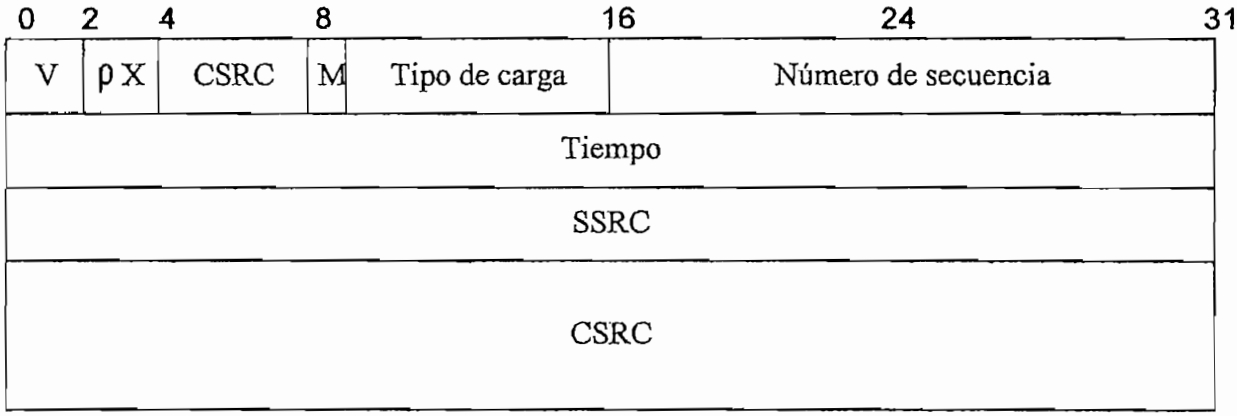


Fig. 3.23

Formato de RTP.

- Versión (V): 2 bits para la versión.
- Padding (P): 1 bit, si el bit es 1, el paquete contiene uno o más bytes de padding al final, que no son parte de la carga (payload).
- Extensión (X): 1 bit, si el bit es 1, a continuación de la cabecera fija viene una extensión de ésta.
- CSRC count (CC): 4bits, es el contador del número de identificadores CSRC que vienen tras la cabecera fija.
- Marca (M): 1bit, la interpretación de M se define en un perfil. Su objetivo es permitir el marcado de sucesos como los límites de cuadros.

- Payload type: 7 bits Tipo de carga (payload).
- Número de secuencia: 16 bits, se incrementa en uno por cada nuevo paquete RTP. El receptor puede utilizarlo para detectar pérdidas y reordenar.
- Timestamp: 32 bits, instante en el que se produjo el primer byte del paquete RTP. Debe obtenerse de un reloj monótono creciente y sin deriva para permitir realizar cálculos de sincronizaciones y jitter.
- SSRC: 32 bits, los receptores pueden identificar un flujo. Es un número aleatorio por lo que puede haber conflictos, detectables con RTCP.
- CSRC: 0 a 15, cada elemento ocupa 32 bits. Cada elemento identifica un contribuyente de la carga del paquete, el campo CC es el número de contribuyentes. Si hay más de 15 fuentes el resto no se puede identificar, los campos CSRC los insertan los mezcladores.

3.4.5.1.5.- RTCP: Protocolo de control en tiempo real.*

Cada flujo RTP cuenta con información adicional proporcionada por RTCP utilizada para realizar un seguimiento de la calidad de la transmisión. Incluye detalles sobre participantes y estadísticas de rendimiento y pérdidas, que permiten realizar cierto control de flujo y congestión.

RTCP permite ver si las congestiones son locales o generalizadas, puede utilizarse para hacer codificación adaptativa, mediante CNAME permite identificar sin equívocos a un emisor RTP (Puede haber colisiones de SSRC, que son aleatorios) . También sirve para relacionar el reloj del emisor y las marcas de tiempo, necesario para sincronizar entre flujos, las marcas de tiempo de diferentes flujos no son comparables por ser relativas. Se envía en el puerto UDP siguiente al usado por RTP.

Formato del paquete RTCP.

- Cabecera fija elementos estructurados apilables.

- Alineación de elementos a 32 bits.
- Prefijo de cifrado.
- SR o RR.
- RRs adicionales: Máximo 31 por paquete RTCP.
- SDES (que incluye un CNAME): tiene que haber uno por paquete compuesto RTCP, puede haber más (para identificar otros RR del paquete compuesto).
- Opcionalmente APP: Los APP pueden especificar datos adicionales para cada aplicación.
- BYE: Último paquete para un SSRC dado.

3.4.6.- CAPA APLICACION.

La capa aplicación es aquella que interactúa con el usuario, es el interfaz final entre el usuario y la red, a su vez se comunica con la capa transporte, entregándole y recibiendo los mensajes requeridos.

3.4.6.1.- Protocolos de la Capa Aplicación.

Los protocolos de la capa aplicación, son protocolos de alto nivel, los cuales permiten al usuario ejecutar aplicaciones reales. Dependiendo de la aplicación, se elige el protocolo de capa transporte, si se requiere del protocolo UDP, la encargada de realizar el control de flujo, control de errores son las aplicaciones, ya que UDP no proporciona estos controles.

Casi en su totalidad, las aplicaciones utilizan el modelo de interacción cliente-servidor, donde el cliente es el que realiza el pedido de un determinado servicio y el servidor es un programa de aplicación que ofrece un servicio a los usuarios de red.

3.4.6.1.1.- TELNET: Protocolo de Terminal de Red (Terminal Virtual).*

Este protocolo permite a un cliente TELNET acceder a recursos de manera remota,

recursos como disco duro, manejo de archivos, ejecución de aplicaciones, acceso de datos, impresión de documentos en el destino remoto, modificación de configuraciones, en cualquier otra máquina de la red, conocida como servidor TELNET.

TELNET se encarga de definir el concepto de NTV*, negociar un conjunto de opciones de terminal entre el cliente y el servidor, con la finalidad de proveer servicios adicionales y permitir que un cliente pueda ser usuario con un teclado o un programa que envía caracteres al servidor.

TELNET utiliza TCP como protocolo de transporte.

3.4.6.1.2.- FTP: Protocolo de Transferencia de Archivos.*

FTP es un protocolo que permite al usuario , la transferencia de archivos de una máquina a otra, en una red TCP/IP. De igual manera permite al usuario borrar, mover, copiar, renombrar archivos etc, en un servidor, para lograr el acceso a la red, el usuario debe estar autorizado para realizar todas estas operaciones, FTP reconoce a un usuario autorizado mediante un password, si el usuario no está autorizado, solo puede acceder a un conjunto de archivos de uso público en un servidor FTP mediante el nombre de usuario ¨Anonymous¨.

FTP dispone de un interfaz de usuario mediante el cual se permite:

- Iniciar la sesión FTP.
- Seleccionar los directorios y archivos que serán transferidos.
- Especificar el formato de presentación en el cual un archivo debe ser transferido.
- Transferencia de un archivo.
- Finalizar la sesión.

FTP utiliza el protocolo TCP como protocolo de transporte, para lo cual establece dos

tipos de conexiones TCP:

1. Conexión de control.

   Esta conexión utiliza el protocolo TELNET, gracias al cual se permite el intercambio de comandos de control sobre la transferencia de archivos como por ejemplo el nombre de archivo a transferir, el número de puertos y procesos a ser utilizados en la transferencia de archivos.

2. Conexión de transferencia de datos.

   Esta conexión permanece activa durante toda la sesión FTP, se la utiliza para la transferencia de un archivo de un punto extremo a otro.

3.4.6.1.3.- DNS: Servicio de Dominio de Nombres.*

Un host que se encuentra conectado a Internet, tiene asignado una dirección IP pública única, en la capa aplicación en lugar de manejar números por facilidad, se prefiere utilizar nombres para hacer referencia a dicho host, por lo que DNS antes de comunicarse con esa máquina, se encarga de la traducción del nombre utilizado por las aplicaciones a la dirección IP utilizada por los protocolos de red.

DNS utiliza una estructura jerárquica, mediante la cual le permite asignar e identificar de forma única a un host, mediante un nombre literal, esta estructura se la conoce como espacio de nombres de dominio, en el que a partir de una raíz se ramifican y se crean los nodos de alto nivel, los cuales se subdividen creando subdominios a partir de un dominio y así sucesivamente. Cada nodo es contiene una etiqueta de hasta 63 caracteres de largo.

Cada nodo del espacio de nombres de dominio es administrado de manera local, por una entidad (empresa, organización) encargada de asignar nombres a las máquinas

bajo su responsabilidad, con lo cual se origina que sean únicos y provoca que DNS sea un sistema descentralizado.

En Internet las etiquetas se pueden clasificar en dos categorías:

1. Etiquetas asociadas a los países :

   Ecuador con "ec"
   Estados Unidos con "us"
   México con "mx"

2. Etiquetas asociadas a distintos tipos de organizaciones:

   Organizaciones Comerciales con "com"
   Instituciones educativas con "edu"
   Instituciones gubernamentales con "gov"
   Organizaciones sin fines de lucro con "org"

Los sistemas denominados servidores de nombres, son los que contienen una base de datos físicamente distribuidos en toda la red, donde cada dominio posee una base de datos local y es el responsable de mantener actualizada la información en el servidor físico, este es un programa servidor que se encarga de asociar los nombres de dominio con las direcciones IP, por lo general utiliza el número de puerto UDP53 para la atención de pedidos de sus clientes, así como para aceptar conexiones TCP.

3.4.6.1.4.- WWW: World Wide Web.

WWW es el protocolo de la capa aplicación más importante sobre Internet, gracias al cual permite a un usuario acceder a cualquier clase de información contenidos en documentos conocidos como las páginas Web que se encuentran almacenadas en los denominados servidores WWW o servidores Web, WWW se basa en los

conceptos de hipertexto e hipermedia.

Para la utilización de WWW es necesario de un navegador Web como Internet Explorer, Netscape, Mosaic entre otros.

WWW utiliza tres componentes fundamentales:

1. URL*.- Permite identificar de manera única un documento en la Web.
2. HTTP*.- Es el protocolo encargado de la comunicación entre los servidores y navegadores de Web.
3. HTML*.- Define el formato de los documentos Web y la forma de presentación al usuario.

3.5.- TRABAJO DE TCP/IP.

Una red TCP/IP es una combinación de redes interconectadas, las cuales permiten a los usuarios la comunicación entre ellos, el objetivo principal de cualquier red, es la de incrementar la compartición de la información y de los recursos hacia los usuarios de las diferentes redes.

Un mensaje puede viajar a través de varias redes si tengo varios ISPs*, por ejemplo si se quiere mandar un E-MAIL, este recorrerá un camino grande y tendrá un mayor retardo, con lo que el proveedor debe diseñar correctamente para que el retardo no sea demasiado grande.

Todo el conjunto de protocolos TCP/IP se encuentran diseñados para soportar conectividad de redes independientes en internets, lo que se conoce como internetworking. Al menos un camino físico debe existir entre un origen y un destino que deseen comunicarse dentro de la internet, lo cual es usualmente a través de otras redes.

TCP/IP interviene en el enrutamiento de los datos a través de la subred de comunicaciones, ya que los datos que se intercambian entre usuarios de redes diferentes deben ser enrutados a través de ellas. El protocolo IP es el encargado de manera concreta en ser el que entrega los datos en base al mayor esfuerzo a través de la subred de comunicaciones, mientras que TCP es el encargado de corregir los errores provocados, pero si no es posible, la capa aplicación es la encargada de solucionar dichos problemas, todo esto debido a que el IP no tiene mecanismos de corrección de errores ya que proporciona un servicio no orientado a conexión.

Si el problema no puede ser solucionado, se manda un mensaje ICMP, en donde se le comunica la situación de error al origen.

El enrutamiento es realizado por sistemas especiales llamado ruteadores (routers), por lo que cada red internet estará conformada de host y de ruteadores IP, los dos son los que participan en el enrutamiento de datagramas IP.

En la cabecera del datagrama IP contiene la dirección de origen y la dirección destino, donde la dirección destino se halla compuesta de un identificador de red y un identificador de host destino, Net ID + Host ID, si el identificador de red destino es igual al identificador de la red origen, el datagrama IP se lo envía a esta red, pero si el identificador de red destino es diferente, es decir, el datagrama IP es enviado a una red diferente, el datagrama se lo envía primero a un ruteador, el cual contiene tablas de enrutamiento, las que describen la forma en que pueden ser alcanzadas las otras redes.

Las tablas de enrutamiento contienen la información del próximo salto, que deberá ser tomado por el datagrama IP para llegar a su destino. Por ejemplo en la tabla, ARP para difusión o en PPP para punto a punto, ve cual dirección física le corresponde a la dirección IP lógica, para entregar el datagrama de manera física. Cada ruteador mira sucesivamente en su tabla de enrutamiento para ver el próximo salto, el cual le llevará a su destino. En el momento que ha llegado al destino, el

ruteador determina la dirección local en esa red del host destino y entrega el datagrama.

Si existen problemas en la entrega de un datagrama como por ejemplo, congestión en la red o por que el destino es inalcanzable por parte de un ruteador intermedio, éste datagrama es simplemente descartado. Mediante el protocolo ICMP se notifica por parte de la capa internet que un datagrama ha sido desechado.

La función de TCP es la de posibilitar la entrega apropiada de los datos, en secuencia correcta y sin pérdida ni duplicación de ellos, ya que al viajar los datagramas en desorden, la capa transporte es la encargada de ordenarlos mediante la numeración de secuencia que se coloca en la cabecera del segmento TCP el mismo que posteriormente es encapsulado en un datagrama IP.

Ahora veamos como es el trabajo conjunto de TCP/IP, TCP es el encargado de asegurar la confiabilidad de la transferencia de los datos, de tal forma que las aplicaciones de los host no se preocupen de esto, mientras que IP se encarga del enrutamiento de los datos a través de la subred de comunicaciones, a IP no le preocupa los datos dentro del paquete, tan solo la dirección en la cabecera. Cada host y ruteador tienen al menos una dirección IP única de envío, el host envía el datagrama IP al primer ruteador, luego lo retransmite al siguiente ruteador y así sucesivamente hasta alcanzar el último ruteador que entrega el datagrama IP al host destino.

IP además de realizar el enrutamiento, se encarga de la fragmentación y defragmentación de los datos, ya que al pasar por las diferentes redes, éstas poseen diferente capacidad de transmisión de datos, por lo que es necesario realizar en los ruteadores la fragmentación de los datagramas y volver a ensamblarlos de acuerdo a las necesidades de transmisión. Para evitar que un datagrama IP circule indefinidamente por la subred de comunicaciones, se le asigna un número máximo de ruteadores por los cuales debe atravesar, con lo cual se tiene el tiempo de vida

útil del datagrama, ya que si supera el número de host, éste es descartado.

En el momento que los datagramas han sido entregados al host destino, TCP es el encargado de desencapsular el paquete y organizar el cuerpo de datos de acuerdo al número de secuencia de los segmentos TCP, mediante la cual se detecta la pérdida o duplicidad de partes de los datos de información, si la transmisión ha sido efectuada correctamente, el host destino envía un acuse de recibo afirmativo, pero si el host origen no lo recibe dentro de un lapso de tiempo determinado, éste vuelve a retransmitir los datos. Mediante estos acuses de recibo, TCP garantiza la confiabilidad del servicio de internet para las aplicaciones.

Para establecer la conexión, TCP utiliza tres comandos de control o handshake que son:

1. Petición de establecimiento de la conexión.
2. Aceptación de la conexión y
3. Confirmación de la aceptación de la conexión.

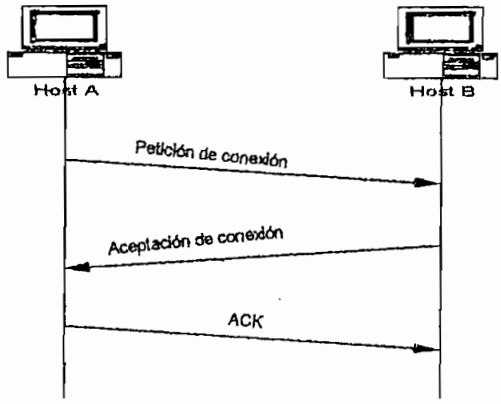


Fig. 3.24

Establecimiento de la conexión en TCP/IP.

El primer hanshake se encarga de seleccionar la aplicación y un número de puerto remoto, mediante el cual es el número de identificación único para la aplicación del

extremo de la conexión TCP/IP. De igual forma define el número de puerto del host solicitante y puede usar la opción TCP para definir el máximo segmento utilizado en la conexión.

El segundo handshake es la aceptación de la conexión del host remoto.

El tercer handshake, es donde el solicitante confirma la recepción de la aceptación, éste es utilizado para proteger de pérdida de respuestas en Internet, aquí se utilizan temporizadores para ver si han ocurrido fallos.

Se conocen como socket a la combinación de un puerto TCP o UDP y una dirección IP, donde los puertos son usados para conectar una aplicación con TCP y una dirección IP es la única identificación de un host.

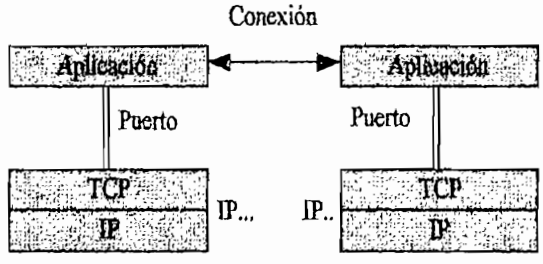


Fig. 3.25

Ubicación de los puertos en TCP/IP.

A nivel de aplicación, la conexión es de tipo virtual, donde cada aplicación tendrá asignado por defacto un puerto, al cual se debe añadir una dirección IP, para poder conformar el socket y acceder a una aplicación.

Conexión = (puerto # , dirección IP origen) + (puerto # , dirección IP destino).

Número de puerto	Descripción
7	Echo
20	FTP-data
21	FTP-control
23	TELNET

25	SMTP
53	DNS
69	TFTP
161	SNMP agente
162	SNMP administrador

Cuadro 3.3: Asignación de puertos para los protocolos de capa aplicación.

Los puertos bien conocidos: (0-1023)
Los puertos no bien conocidos: (1024-65535)

Las capas IP y TCP proporcionan servicios llamados primitivas, a los usuarios.

El interfaz IP tiene las siguientes primitivas:

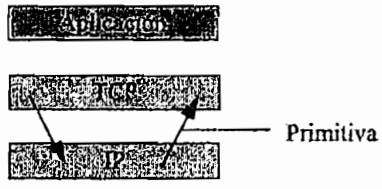


Fig. 3.26

Primitiva entre la capa TCP e IP y viceversa.

- Envío del datagrama
- Recepción del datagrama
- Selección de la dirección de la fuente
- Encontrar el tamaño máximo del datagrama (para mejorar la eficiencia)
- Notificar el éxito de la entrega
- Envío y recepción de mensajes ICMP (de control)

El interfaz TCP tiene las siguientes primitivas :

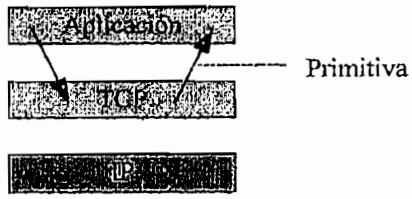


Fig. 3.27

Primitiva entre la capa aplicación - TCP y viceversa .

- Petición de conexión
- Fin de conexión
- Abortar la conexión
- Envío de datos
- Recepción de datos
- Conseguir reporte del estado de la conexión

3.5.- DIRECCIONAMIENTO EN REDES TCP/IP.

En las redes TCP/IP cada capa define un tipo de dirección, tales como:

- Direcciones físicas, en la capa interfaz de red
- Direcciones IP, en la capa internet y
- Sockets, en la capa transporte.

3.5.1.- DIRECCIONES IP.

Una dirección IP mediante la cual se asocia a un host o un ruteador, contiene dos partes constitutivas:

1. Número de red.- Identifica una red, conocido como Net ID y
2. Número de host.- Identifica al host, conocido como Host ID.

Dirección IP = (Net ID + Host ID)

Fig. 3.28

Composición de una dirección IP.

Estas direcciones son a nivel de capa internet, la cual no identifica una máquina sino un interfaz de red, por lo que una máquina tendrá tantas direcciones IP como interfaces de red.

Cada dirección IP se encuentra formada por 32 bits, representada por cuatro números decimales separados entre sí por medio de puntos, cada número es un conjunto de 8 bits así:

Dirección IP = w,x,y,z

esta forma de notación se la conoce como IPv4 por los cuatro dígitos.

3.5.2.- CLASES DE DIRECCIONES IP.

Existen 5 clases de direcciones IP, donde lo primeros bits del número de red indican la clase de dirección IP:

Clase A.- Para las redes grandes, tienen una gran cantidad de equipos de usuario, millones de host.

Clase B.- Para redes medianas, contienen miles de host.

Clase C.- Para redes pequeñas, contienen cientos de host.

Clase D.- Para Multicast, no se hace diferencia entre red y host, donde un conjunto de máquinas recibirán el mensaje.

Clase E.- Reservadas para uso futuro.

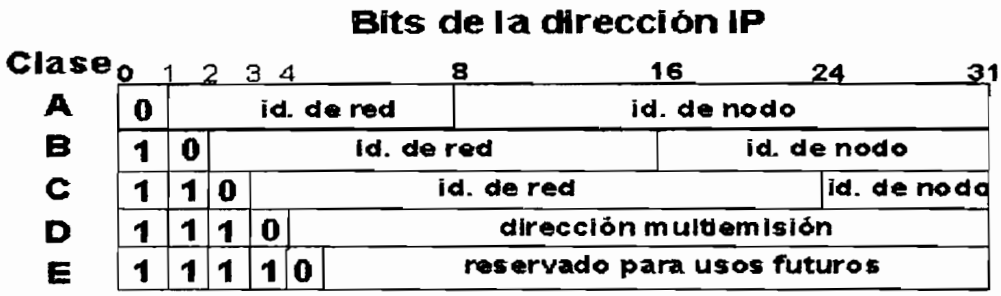
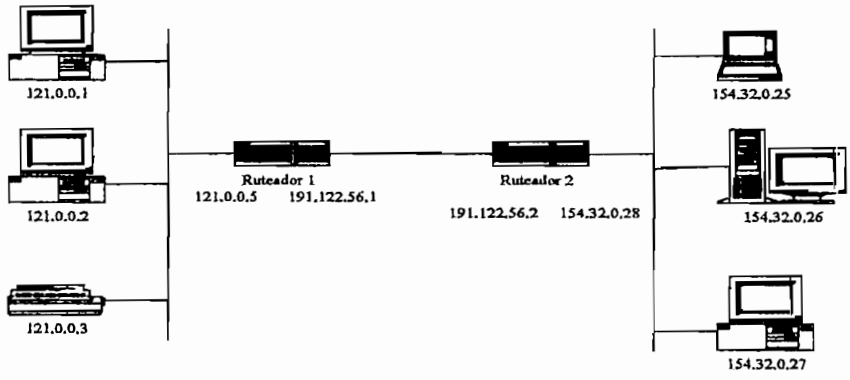


Fig. 3.29

Bits de la dirección IP.

Clase	Rango	Número de Redes	Número de Host por red
A	1.0.0.0 a 127.255.255.255	126	2^{24}-2
B	128.0.0.0 a 191.255.255.255	16382	2^{16}-2
C	192.0.0.0 a 223.255.255.255	2097150	2^{8}-2
D	224.0.0.0 a 239.255.255.255	-	-
E	240.0.0.0 a 247.255.255.255	-	-

Cuadro 3.4 : Rango de las clases de direcciones IP.



Dirección de LAN	Dirección de WAN	Dirección de LAN
Clase A	Clase C	Clase B
121.x.y.z	191.122.36.z	134.32.0.z

Fig. 3.30

Ejemplo de direccionamiento IP.

3.6.3.- DIRECCIONES IP ESPECIALES.

El número de red 127 se encuentra reservado para funciones de dirección de lazo

(loopback), por lo que el número de red no puede ser igual a este valor. 127.0.0.0 hace un lazo local con su interfaz de red, por ejemplo para la comprobación si la tarjeta de red se encuentra funcionando de manera correcta.

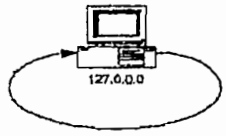


Fig. 3.31

Dirección de lazo (loopback).

Se puede enviar un mensaje ICMP de control, por ejemplo se puede realizar el mensaje ping: ping 127.0.0.1 para enviar un paquete a mi tarjeta de red y ver si se encuentra en correcto funcionamiento , en el caso de que no conozca la dirección IP de la tarjeta NIC.

El número de red y el número de host no pueden ser 255, ya que ésta es una dirección utilizada para broadcast. 255.255.255.255 significa que el mensaje les llegará a todos.

El número de red y el número de host no pueden ser 0, es utilizado para indicar a la red. 0.0.0.0 quiere decir ésta red. El número de host debe ser único.

Las direcciones reservadas para Intranet, definidas en el RFC 1597 son:

Clase	Cantidad	Rango de direcciones	
		Desde	Hasta
A	1	10.0.0.0	10.255.255.255
B	16	172.16.0.0	172.31.255.255
C	256	192.168.0.0	192.168.255.255

Cuadro 3.5 : Rango de direcciones reservadas para Intranet.

3.5.4.- SUBREDES.

Toda red puede ser dividida en subredes, con el fin de ganar y no desperdiciar direcciones IP, éstas se crean dividiendo el host ID en número de subred y número de host. Por lo que la dirección IP quedará de la siguiente manera:

Dirección IP = (número de red) (número de subred) (número de host)

La división en subredes se la realiza mediante la utilización de una máscara de subred, hay que anotar que para redes remotas, esta división es transparente.

3.5.4.1.- Máscara de subred.

Una máscara de subred es aquella que me permite identificar los bits mediante los cuales se distinguen cuál es el Net ID y cuál es el Host ID, las subredes son utilizadas para especificar si el host es local , si es de mí misma red, o es remoto. Una máscara posee 4 dígitos, en donde los bits cero indican la posición de los bits que pertenecen al número de host y los bits uno indican la posición de los bits que pertenecen al número de subred y número de red. El valor de todos uno significa difusión, mientras que el valor de todos cero significa ésta misma red.

Para realizar la creación de subredes, se debe tomar en cuenta que ya existen máscaras preasignadas de subred, de la siguiente manera:

Clases de direcciones	Bits usados para la máscara de subred	Notación en decimal
A	11111111 00000000 00000000 00000000	255.0.0.0
B	11111111 11111111 00000000 00000000	255.255.0.0
C	11111111 11111111 11111111 00000000	255.255.255.0

Cuadro 3.6 : Máscaras de las diferentes clases de direcciones.

Si tengo por ejemplo una dirección de clase C; 192.64.35.6, la máscara debe ser 255.255.255.0, se realiza el AND lógico para distinguir cuál es el Host ID y el Net ID así:

Dirección IP	192 . 64 . 35 . 6
Máscara de subred	255 . 255 . 255 . 0
Net ID	192 . 64 . 35 . z
Host ID	w . x . y . 6

Por ejemplo para dividir la red 192.64.35.0 con máscara 255.255.255.0 en 5 subredes, en primer lugar se debe definir la nueva máscara de subred:

11111111 11111111 11111111 11100000 = 255.255.255.224

Subred	Dirección IP de la subred		Dirección de difusión	Número de host por subred
1	192.64.35	.32	192.64.35.63	30
2	192.64.35	.64	192.64.35.95	30
3	192.64.35	.96	192.64.35.127	30
4	192.64.35	.128	192.64.35.159	30
5	192.64.35	.160	192.64.35.191	30
6	192.64.35	.192	192.64.35.255	30

Cuadro 3.7: Ejemplo de subredes.

3.5.5.- RUTEO EN LA ARQUITECTURA TCP/IP.

Como se vio anteriormente, el ruteo es la principal función de la capa IP ya que el protocolo IP es un protocolo de ruteo, donde para realizar el ruteo de los paquetes, IP hace uso de los algoritmos de enrutamiento, la cual les permite realizar las tablas de ruteo a los protocolos de enrutamiento, gracias a las cuales les permitirá elegir el

camino por el que va a ser transmitido. En la determinación del destino de un paquete, se realiza el AND lógico entre la dirección IP local con la máscara de subred, en el caso de que los resultados son coincidentes, el destino será local caso contrario del destino será remoto.

Para ver todo esto, en las tablas de ruteo, los host y los ruteadores contienen registros de: la máscara de subred, dirección de la red y dirección del salto siguiente.

Si hay varias rutas hacia un mismo destino, el datagrama elige el mejor camino, según el tipo de servicio que se especifique en el datagrama.

3.5.5.1.- Proceso de ruteo.

Si el host desea enviar un datagrama a un destino, éste primeramente verifica la dirección de destino, si es local o remota mediante el AND lógico entre la máscara de subred y la dirección IP, si la dirección resulta ser local, el host no utiliza los ruteadores, pero si el host destino no pertenece a la misma red que el host origen, es necesario la utilización de los ruteadores.

3.5.5.2.- Tipos de ruteo.

Existen dos clases de tipo de ruteo:

1. Ruteo Estático y
2. Ruteo Dinámico.

3.5.5.2.1.- Ruteo Estático.

En este tipo de ruteo, se configura manualmente las tablas de ruteo por el administrador de red en el ruteador y tengo una sola alternativa para realizar el ruteo.

3.5.5.2.2.- Ruteo dinámico.

Este tipo de ruteo se lo tiene cuando hay varias alternativas donde elegir, para llegar al destino, los ruteadores aprenden de manera dinámica las rutas de los diferentes destinos.

3.5.6.- PROTOCOLOS DE ENRUTAMIENTO DINAMICOS.

Los protocolos que se describen a continuación se utilizan en el proceso automático de actualización de las tablas de enrutamiento.

3.5.6.1.- EGP (Exterior Gateways Protocol).

Un dominio de direccionamiento es un grupo de redireccionadores que usan un IGP* (Internal Gateways Protocol Común). Una forma de reducir el volumen de información intercambiado se basa en que un dominio de redireccionmiento utilice un gateway seleccionado para comunicar información de direccionamiento con los gateways seleccionados de otros dominios.

El gateway seleccionado se considera como un gateway exterior y el protocolo usado entre gateway exteriores es el EGP.

El protocolo EGP se compone de tres partes:

1. Neighbor Adquisition Protocol
2. Neighbor Reachability Protocol (NR)
3. Network Reachability Determination

El Neighbor Adquisition Protocol se utiliza simplemente para establecer la comunicación. Consta de una solicitud y una respuesta.

El Neighbor Reachability Protocol se basa en un mensaje "Hola" (comando) y una respuesta "Te escucho". Se utiliza para saber si la comunicación es continua. El mensaje Network Reachability se usa para comprobar si el siguiente "vecino" es un camino valido para llegar a un destino particular.

EL principal inconveniente del protocolo EGP es que crea una estructura en forma de árbol, es decir que si hay problemas en Internet, los gateways solo saben que hay problemas en el gateway exterior.

3.5.6.2.- BGP-3 (Border Gateways Protocol).

El problema del protocolo EGP, fue el que impulso a diseñar e implementar el protocolo BGP.

El protocolo BGP es un protocolo interno de sistema autónomo. Un sistema autónomo puede contener múltiples dominios de direccionamiento, cada uno con su propio protocolo interno de sistema autónomo o IGP. Dentro de cada sistema autónomo pueden haber varios gateways que se pueden comunicar con los gateways de otros sistemas. También se puede elegir un Gateways para lograr un informe de la información de direccionamiento para el sistema autónomo. En cualquier caso, un sistema autónomo aparece ante otro sistema autónomo como un direccionador consistente. Esto elimina la estructura de arbol del protocolo EGP.

3.5.6.3.- GGP (Gateways-to-Gateways Protocol).

Los primeros gateways de Internet utilizaban un IGP llamado gateways a gateways Protocol, que fue el primer IGP utilizado. Usando GGP cada gateways manda un mensaje a todos los otros gateways de su grupo autónomo que contiene una tabla con las direcciones que el gateways ha direccionado, con su vector de distancia asociado.

3.5.6.4.- RIP (Routing Information Protocol).

El protocolo RIP es un IGP desarrollado después del GGP y esta basado en el algoritmo vector/distancia. Si un gateways conoce varias rutas para llegar a un destino, éste asigna un costo a la ruta en función de los saltos de gateways que deba realizar. (Cuantos mas Gateways tenga que cruzar, mas saltos deberá realizar).

Cada 30 segundos envía un mensaje con su tabla de direccionamiento a los demás que actualizan sus tablas con los datos recibidos. (Esto produce un incremento del trafico de red). Este algoritmo tiene algunos fallos, como por ejemplo no detecta bucles en la transmisión de la ruta. Esto provoca un problema consistente en que dos rutas que se llamen entre ellas estarían emitiendo tablas de direccionamiento indefinidamente. Otro error es que no obliga a la autentificación de los intercambios, por lo que cualquier persona podría recibir información de las rutas enviadas por los gateways.

Existen dos versiones RIP I y RIP II (Soporta mascaras de subred).

3.5.6.5.- Hello Protocol.

Un IGP similar al RIP es el Hello Protocol. La diferencia básica es que el RIP cuenta los saltos de gateways y el Hello mide la distancia por el tiempo transcurrido. Este protocolo tiene un problema asociado al vector de distancia. El problema tiene dos etapas. La primera etapa es cuando los gateways descubren una ruta mas corta para llegar a un determinado destino. Esta ruta es mas corta y mas rápida, lo que provoca que el tráfico de red pase a utilizar esta nueva ruta.

La segunda etapa empieza cuando los gateways descubren que la nueva ruta es mas lenta que la ruta vieja, debido a que al desviar el tráfico de red a la nueva ruta, esta se satura y todos los usuarios vuelven a la ruta vieja.

3.5.6.6.- OSPF (Open Shortest Path First).

Uno de los protocolos IGP mas nuevos es el OSPF. Este protocolo ofrece un mayor grado de sofisticación con características como: Rutas basadas en el tipo de servicio, la distancia, nivel de carga etc.

El formato del mensaje OSPF es mas complejo que el RIP. Tiene una cabecera fija de 24 bytes y una parte variable para especificar el tipo del mensaje. Existen cinco tipos de mensaje, como se puede ver en el siguiente cuadro.

Tipo	Significado
1	Hola (Utilizado para comprobar la accesibilidad)
2	Descripción de la Base de Datos
3	Solicitud del estado del enlace
4	Actualización del estado del enlace
5	Reconocimiento del estado del enlace

Cuadro 3.8 :Tipos de mensaje OSPF.

3.5.7.- ALGORITMOS DE RUTEO.

Los principales algoritmos de ruteo son: vector de distancia y estados de enlace.

Conforme las complejidades de las redes aumentaron se debió buscar un mecanismo que se propague la información de rutas entre los ruteadores. Este mecanismo debía ser automático, obligado por el cambio dinámico de las redes.

De no ser así las transiciones entre las compuertas podían ser muy lentas y no reflejar el estado de la red en un momento dado.

3.5.7.1.- Algoritmo Vector de Distancia.

Se asume que cada ruteador comienza su operación con un conjunto de reglas básicas de cómo alcanzar las redes que conecta. Las rutas son almacenadas en tablas que indican la red y los saltos para alcanzar esa red. Periódicamente cada ruteador envía una copia de las tablas que alcanza directamente. Cuando un ruteador recibe el comunicado del otro actualiza su tabla incrementando en uno el número de saltos.

Este concepto ayudó a definir por cuantos ruteadores debería viajar un paquete para alcanzar su red destino. Mediante el vector un ruteador podía saber a que otro ruteador envía el paquete de información, sabiendo que ésta podría no ser el último ruteador por la que el paquete tendría que viajar. Este esquema permite tener varios caminos a una misma red, eligiendo el camino más corto, es decir aquel ruteador que con menos saltos conduzca a la red destino.

3.5.7.2.- Algoritmo Estados de Enlace.

Un conjunto de redes es dividido en un número de áreas, donde dentro de cada área un ruteador aprende cuales son sus vecinos y estima el costo del enlace con cada uno de ellos, el costo está en función de la métricas como pueden ser el número de saltos, retardo, desempeño etc, el ruteador construye un paquete que contiene el estado de cada uno de los enlaces con sus vecinos y sus respectivos costos, el cual es distribuido a cada ruteador dentro del área en forma confiable.

Cada área posee trayectorias más cortas hacia otras áreas, de donde siempre se elige la ruta más corta.

3.6.- LA ARQUITECTURA TCP/IP EN LOS ENLACES INALÁMBRICOS.

Como se vio anteriormente el protocolo TCP es un protocolo de transporte, el cual se lo utiliza en las redes fijas, donde trabaja de buena manera, en estas redes la causa principal que ocasiona la pérdida de los paquetes es la congestión. Algunos mecanismos incluidos en TCP perfeccionan su uso en este tipo de redes. Hoy en día, los usuarios de Internet, necesitan el acceso mediante enlaces inalámbricos para que se consiga este servicio dondequiera que ellos se encuentren. Sin embargo, TCP no marcha bien en ambientes inalámbricos donde las pérdidas son debidas al BER.

3.6.1.- INTRODUCCION.

Los servicios de transmisión de datos sobre redes móviles es uno de los sectores de las telecomunicaciones que están en experimentación con el fin de su expansión en un futuro próximo.

La potencial demanda sobre los servicios de transmisión de datos sobre redes móviles crece con tal fuerza, que obliga a los operadores de telecomunicaciones, proporcionar este tipo de servicios.

Internet, la red más grande de computadoras, con millones de terminales, se basa en la arquitectura protocolar TCP/IP, donde las aplicaciones más comunes son correo electrónico, FTP, TELNET y el acceso a WEBs, basado todos ellos sobre el protocolo de transporte TCP, el cual es un protocolo confiable y orientado a conexión.

Se conoce que el 80% del tráfico entero de las redes WAN es TCP . El conjunto de protocolos TCP / IP se diseñaron para ser usados en redes fijas y nunca se llegó a

pensar que ellos se aplicarían en un nuevo ambiente con características muy diferentes, como es el ambiente móvil inalámbrico.

3.6.2.- TCP EN EL AMBIENTE MOVIL INALAMBRICO.

La arquitectura TCP/IP se diseñó para ser usada en redes fijas con altas tasas de BER. Luego, la evolución de las redes fijas, en donde el problema principal es la congestión y no los errores, hicieron la evolución de la pila protocolar a fin de que marche bien en situaciones de congestión. En este caso, el protocolo se perfeccionó para activar algoritmos contra las pérdidas en condiciones de que se haya detectado la congestión.

En el ambiente inalámbrico, la causa principal de pérdida de datos es en la condición de un alto BER, un aspecto muy importante es analizar como TCP reacciona frente a la existencia de ellos. Los deterioros en un enlace inalámbrico resultan de la aparición de graves errores, los cuales tienen un pésimo efecto en el desempeño del protocolo de transporte y son los principales responsables para la difícil adaptación del protocolo TCP sobre enlaces inalámbricos.

Después de un traslado de 100 Kbytes con un MTU de 296 bytes y sin la compresión de la cabecera de TCP/IP, la capacidad obtenida para la conexión se muestra en la figura 3.32.

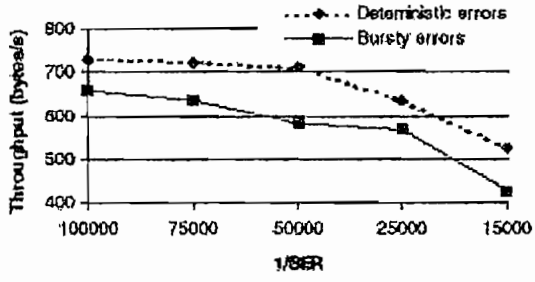


Fig. 3.32

Capacidad frente al BER ,en una conexión sin compresión.

La máxima capacidad alcanzada para esta conexión es de 960 bytes/s, la figura 3.33 muestra los efectos en el segmento TCP y en RTO (Retransmisión Tiempo – Fuera) de la conexión TCP.

En este caso el BER es 1/50000 . Para errores determinísticos, la perdida de los paquetes son detectadas rápidamente mediante ACK positivos de TCP. No obstante, en el caso de tener una ráfaga de errores, éstos afectan a la ventana de transmisión TCP con lo que se ve afectado en el período grande de inactividad, lo que produce la degradación del desempeño.

Especialmente, la evolución de RTO en el supuesto caso de la aparición de una ráfaga de errores muestra la activación del respaldo exponencial, que disminuye la velocidad de transmisión TCP.

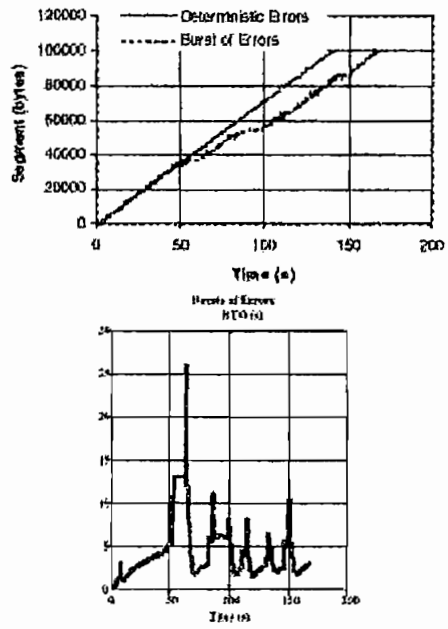


Fig. 3.33

Secuencia numérica y evolución de RTO.

En conclusión, los mecanismos que realizan la recuperación en las situaciones de

congestión, no son los más convenientes en el supuesto caso de la aparición de una ráfaga de errores. Esta aparición de errores produce la degradación del desempeño, los cuales afectan algunos segmentos TCP en la misma ventana de transmisión, lo que produce el activación del respaldo exponencial RTO, ocasionando lazos de tiempo en la transmisión de datos. De todos modos, la degradación del desempeño de la capacidad tiene que ser evaluado.

3.6.3.- COMPRESION DE VAN JACOBSON.

Como el ancho de banda se limita en los canales inalámbricos, un gran esfuerzo tiene que realizarse a fin de perfeccionar su uso. Uno de estos métodos para disminuir el ancho de banda usado, es el de reducir las cabeceras de los protocolos de red que se envían al canal. En el caso particular se realiza el estudio, del algoritmo de Van Jacobson para reducir las cabeceras de TCP/IP.

Las ventajas de la compresión de cabecera son:

La reducción del tiempo de respuesta en aplicaciones interactivas . Por ejemplo, en aplicaciones rlogin, donde cada caracter se envía independientemente en un segmento. Si consideramos un valor de 960 bytes/s y una cabecera TCP/IP de 55 bytes, el eco de un caracter único está sobre los 117 ms que es mucho más alto que el retardo máximo aceptable en aplicaciones interactivas (100 ms).

Si nosotros usamos el algoritmo de compresión de Van Jacobson en la cabecera TCP/IP esta se reduce en 3 o 5 bytes y el tiempo de respuesta está sobre los 8 ms.

La compresión de la cabecera contribuye a la independencia del tamaño del segmento y una aceptable capacidad para una conexión, lo cual es importante en la interacción y el volumen de las transmisiones de datos concurrentes. Lo cual está dado por:

$$\text{Capacidad (Throughput)} = [UI /(UI + NS*HL)]*BW$$

$$NS = UI / MSS$$

UI: Es la información útil

HL: Longitud de la cabecera TCP / IP (en promedio)

NS: Número de segmentos enviados

MSS: Tamaño máximo del segmento TCP

BW: El ancho de banda.

Como en ambientes inalámbricos el MTU es pequeño debido a la necesidad de minimizar el paquete PLP, la compresión de la cabecera parece ser apropiado para reducir la pérdida de los paquetes y perfeccionar el uso del ancho de banda.

La figura 3.34 muestra el PLP en función del BER cuando el MTU del enlace es de 296 bytes en el caso de que se use la compresión o no .

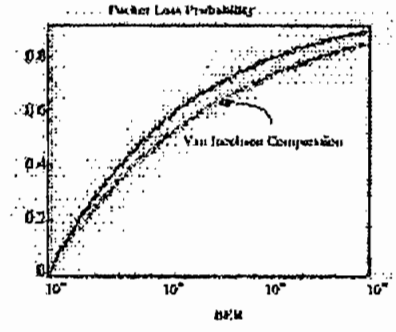


Fig. 3.34

PLP en función con y sin compresión de cabecera.

Además, la versión nueva del protocolo IP (IPv6) tiene una longitud de cabecera de 60 bytes debido al aumento de las direcciones IP. También, IP incluye algunas opciones para permitir la movilidad de host y facilita el ruteo de los datagramas , que aumenta la longitud de la cabecera de TCP/IP. Por lo tanto, el algoritmo de compresión de Van Jacobson de la cabecera puede ser apropiada en TCP/IP sobre

enlaces inalámbricos.

3.7.3.1.- FTP Transfiere sin errores.

La figura 3.35 muestra que el algoritmo de Van Jacobson en la compresión de la cabecera provoca una ganancia del 20% en la eficiencia de comunicación para que haya una capacidad de 902 bytes/s con la compresión y 746 bytes/s sin ella.

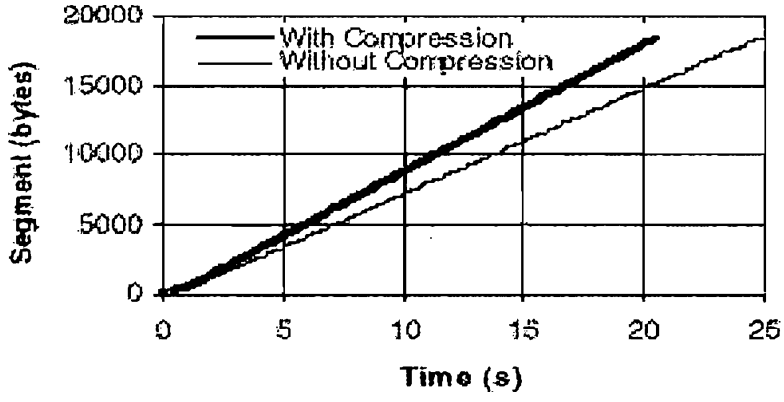


Fig. 3.35

Evolución de la conexión FTP sin errores.

Esto justifica lo explicado anteriormente. En este caso el MTU es de 296 bytes y el valor efectivo del enlace es 960 bytes/s.

3.7.3.2.- FTP transfiere con errores.

En el supuesto caso de existir errores, el algoritmo de Jacobson tiene que ser evaluado detalladamente . Mientras este método reduce el PLP, el método sobre sí mismo hace una dependencia entre cada segmento y su previo. Esta dependencia supone un aumento subjetivo sobre el PLP, porque una pérdida del segmento produce la pérdida de la ventana de transmisión TCP. La figura 3.36 muestra estos efectos.

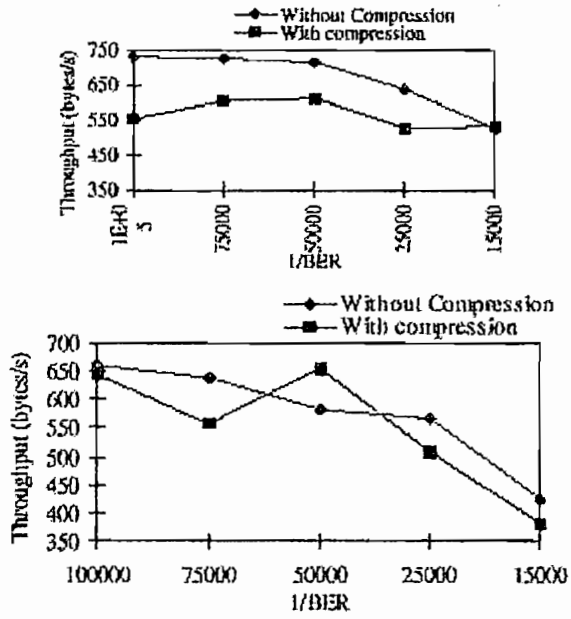


Fig. 3.36

Evolución de la capacidad TCP en errores determinísticos y a ráfagas.

Desde la cabecera de compresión se hace la retransmisión de la ventana entera en el supuesto caso de errores, su tamaño en el momento de ocurrir los errores es un aspecto determinante en la capacidad de TCP. Este parámetro tiene dos efectos:

Primero, la perdida de los paquetes son detectadas por el remitente con el RTO de expiración y su valor aumenta como hace la ventana de transmisión cuando el tiempo de transmisión es estimable. Por ejemplo, si el enlace MTU es de 296 bytes y el valor efectivo del enlace es de 960 bytes/s, el RTT está sobre los 360 ms y agregando el tiempo de propagación, el RTT está sobre los 430 ms.

El tiempo apropiado de transmisión máxima para esta conexión está sobre los 2 segmentos. No obstante, la mayoría de implementaciones TCP de usar ventanas de transmisión más grandes (que es el caso de la implementación usada), qué significa que los paquetes son guardados en la salida del puerto. Por lo tanto, RTT aumenta. La figura 3.37 representa la evolución del RTT y RTO para una conexión TCP/IP/PPP.

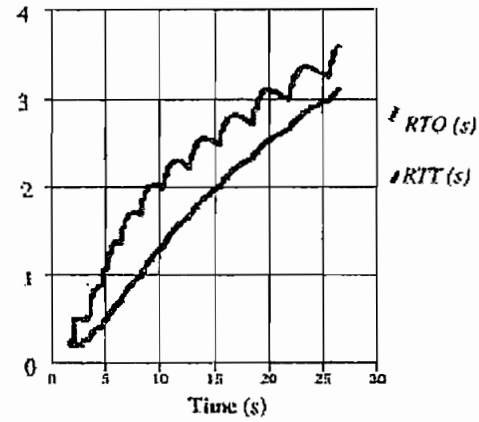


Fig. 3.37

Evolución del RTT y RTO para una conexión TCP/IP/PPP.

Segundo, uno o más errores por la ventana de transmisión implica la retransmisión de todos los paquetes NACK.

El último aspecto importante en los efectos de compresión del algoritmo de Jacobson en la cabecera es que el tamaño de la ventana de transmisión cuando los errores ocurren depende del BER del canal. Por lo tanto, hay un compromiso entre el BER y el tamaño de la ventana; si el BER aumenta la capacidad disminuye pero el tamaño de la ventana aceptable es pequeña y los efectos negativos del algoritmo de Jacobson son menos pertinentes.

Finalmente, en el supuesto de la aparición de errores, el uso de la compresión no degrada el desempeño, desde cuando aparece un error se produce la retransmisión de la ventana entera de transmisión.

En la figura 3.38 se muestra los bytes retransmitidos que corresponden a la transferencia en el caso de que ocurran errores determinísticos. Sin la compresión, obviamente, los bytes retransmitidos crecen como lo hace el BER, pero con la compresión, esto no ocurre.

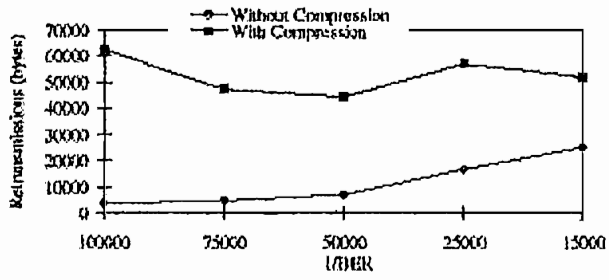


Fig. 3.38

Retransmisión de la información , en el caso de tener errores determinísticos.

3.7.- RUTEO SIMPLIFICADO PARA COMPUTADORAS MOVILES USANDO TCP/IP.

3.7.1.- INTRODUCCION.

El protocolo IP fue diseñado usando el modelo implícito de clientes de Internet donde a cada estación de la red se le asigna una dirección, por esto, en el pasado no era permitido que computadoras inalámbricas, se movieran entre redes IP diferentes sin que se perdiera la conexión.

Mediante el ruteo simplificado las computadoras móviles pueden moverse libremente de un lugar a otro sin preocupación de las direcciones Internet de la red cableada existente. La computadora móvil se direcciona en una nueva "red lógica", que no esta relacionada con ninguna otra red existente, entonces se manejará la topología de esta nueva red, rastreando los movimientos de las computadoras móviles; este sistema opera con 3 tipos de entidades, que son:

1. Las Computadoras Móviles (MC).
2. El Ruteador Móvil (MR), el cual sirve como guía para la nueva "red lógica".
3. La Estación Base (BS), la cual es un nodo de las redes existentes y realiza la

conexión de datos entre las computadoras móviles y las redes existentes.

El modelo básico es, que las computadoras móviles se conectarán a la estación base que se encuentre más cercana o a la que más le convenga y que la comunicación entre sistemas existentes y computadoras móviles sea realizada por medio de un ruteador móvil que contendrá la dirección Internet de la computadora móvil. El MR realiza la conexión a la "red lógica" asociando implícitamente a la dirección IP de la computadora móvil. En la figura 3.39 se ilustra el modelo.

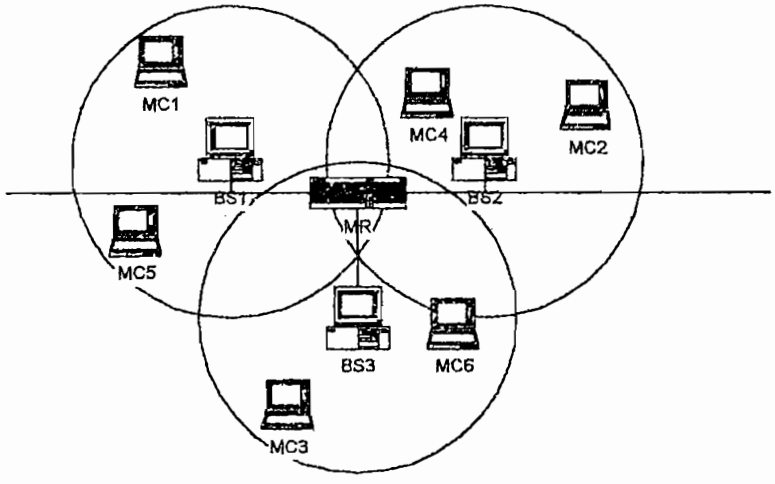


Fig. 3.39

Modelo básico para la conexión inalámbrica.

Entonces el MR y la BS controlan y mantienen la topología de la "red lógica". Los Clientes de otras redes pueden comunicarse con la nueva "red lógica" de forma normal.

Para ver como la solución se adapta en el modelo de Internet de cooperación de redes, las capas de protocolos semejantes deberán ser descritas (estas capas son usadas por el protocolo Internet).

El modelo le permite a la MC, moverse en una red que es lógicamente distinta de

otras, podríamos realizar nuestro objetivo modificando la segunda capa del protocolo para que los paquetes sean enviados correctamente a y desde la red lógica. Se podría modificar la capa de Enlace de Datos (DLL).

También es posible modificar la capa de TCP, sin embargo en el modelo de "red lógica" debe de tener una implementación natural y que pueda ser utilizada por cualquier red. Se asume que es una conexión implementada, entre una computadora móvil y una BS. Por ejemplo la computadora móvil puede tener un enlace de RF a la BS, también se asume que el problema de superposición de células es resuelto en la capa DLL.

3.7.2.- RUTEO SOBRE UNA RED LOGICA.

El modelo es tan natural en la medida en que se proponga la existencia de una ruta simple de las MCs a la nueva red lógica. En este modelo, en el caso de que el paquete enviado a la MC llegue primero al MR por medio de la red lógica, el procedimiento de ruteo será tan largo como los procedimientos normales. Además, una vez que los paquetes que van a la MC, lleguen a la BS serán enviados correctamente gracias a la capa DLL.

Así, para la entrega de paquetes que entran únicamente se requiere que se diseñe un mecanismo para la entrega correcta de paquetes desde el MR a la BS que está sirviendo actualmente al cliente destino.

La entrega correcta de paquetes que salen en este modelo es fácil, cuando la MC transmite un paquete a un cliente existente, el MR no manda a todos el paquete, a menos que el destino sea otra MC dentro de la red lógica. Una vez que la BS reciba el paquete de una MC a un cliente en la red cableada, este será entregado por mecanismos ya existentes. Todas las BSsdeben enviar paquetes de la MC a la ruta correcta tal y como lo harían para cualquier otro paquete que llegará de otra BS. La transmisión de datos entre dos MCs puede ser manejada por una simple petición a la

BS de enviar paquetes a la ruta de la MC destino.

Sin embargo , en este caso la optimización se diseñará para manejar transmisiones entre computadoras móviles en la misma celda ó celdas vecinas, esta optimización será tratada por un código de casos especiales en la BS.

3.7.3.- ENCAPSULACION DE LOS PAQUETES.

Cuando un paquete llega al MR, no se puede confiar en el ruteo IP normal, porque todos los ruteadores existentes que no tengan información adicional devolverán el paquete de regreso al MR en lugar del BS correcto. Esto provocará un ruteo punto a punto entre otras rutas intermedias y será manejable, poco a poco, por las siguientes razones:

- Cada MR necesitará un ruteo punto a punto para cada MC (para conocer la dirección de la BS actual).
- Para actualizar esta información, deberá descartar cada ruta cuando una MC cambie de lugar.

Este requerimiento para un manejo de información rápido y global, parece llevarlo al fracaso. La solución es mantener la asociación entre las BSs y el MC por medio del MR. Se propone, para obtener paquetes del MR a una BS en particular, un esquema de encapsulación. El MR simplemente "envuelve" el paquete IP destinado a una MC.

El MR "envuelve" el paquete IP, destinado para la BS. Una vez encapsulado el paquete puede ser entregado usando rutas existentes a la BS, la cual desenvuelve el paquete y lo transfiere a la MC. La encapsulación no es más que un método por el cual el dato es mandado al destino, lo cual viola las pretensiones básicas del protocolo Internet por cambiar su localización, no obstante se lo puede entregar usando los mecanismos disponibles en acuerdo con el protocolo. Así la encapsulación protege la parte que viola el problema de direccionamiento de la

entidad existente que opera dentro del dominio Internet, así se permite la operación con ellos sin requerir ningún cambio.

3.8.4.- ASOCIACION ENTRE MCs Y BSs.

Para rastrear la posición de las MCs, cada BS envía una notificación al MR cuando nota que una nueva MC a entrado en su celda. Cuando esto ocurre la responsabilidad de la entrega del paquete a la MC, dentro de una celda, es transferida de la BS anterior a la BS actual , en una transacción llamada "handoff".

Las BS serán notificadas cuando una MC entre a su celda , si estás son celdas sobrepuestas, entonces normalmente serán los DLLs, de las BSs las que determinen cual de las dos será la que otorgue el servicio a la MC dentro de la superposición. En los casos de superposición, en los que las DLLs no puedan hacer una elección, el MR esta equipado para determinar esta decisión. Si dos BS notifican al MR que ellas desean dar servicio a la MC, el MR seleccionará únicamente una, usando un criterio de selección aprobado.

Otras características que se incluyen en el MR son:

- Validación de datos
- Poder en la recepción de señal de la BS
- Factores de carga
- Promedios de fallas a la BS y
- Promedio de paquetes retransmitidos por la MC .

El MR del modelo esta equipado con un mecanismo para informar de BSs y MCs en competencia, para determinar cual BS será la seleccionada para atender a la MC. Una vez selecciona, el DLL realizará transacciones extras tal como la localización del canal, podrán ser realizadas entre la BS y la MC.

Cuando un paquete llega a la BS para una MC, pero la MC no se encuentra, se origina un problema interesante acerca de la correcta disposición del paquete

recién llegado. Varias opciones son propuestas:

El paquete se puede dejar. En muchos casos la fuente solo se olvida del paquete momentáneamente, los datagramas UDP no requieren entrega garantizada, cuando los datagramas llegan a su destino, un protocolo de más alto nivel retransmitirá y retrasará la aplicación destino. Esto no es tolerable en sistemas donde varios usuarios necesitan realimentarse de información.

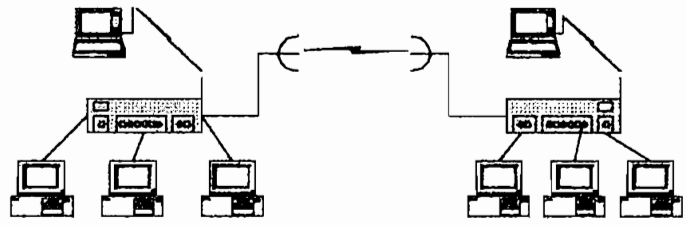
El paquete será regresado al MR para su entrega . Si la computadora es encontrada en algún lado , el modelo asume que es un método accesible para la MC . Pero si ésta se mueve a una nueva celda, entonces, el MR recibirá rápidamente una actualización topológica después de que el movimiento ocurre y el paquete probablemente será enviado a la celda correcta. El paquete puede ser enviado directamente a la nueva celda por la BS anterior.

Esta opción ofrece el menor retardo posible, pero el costo es un procedimiento extra cuando una MC se mueve de una celda a otra. La anterior BS deberá, de algún modo, recibir el nuevo paradero de la MC, desde la BS actual. Sin embargo, se deberá de ayudar a los paquetes que no lleguen a la anterior BS después de que la MC sea movida a otra celda nueva o si no los algoritmos de envío serán cada vez más complicados.

Cualquier opción que se tome, dependerá del número de paquetes esperados, usará información topológica anterior del MR y se modificará cuando se determine necesario para ello.

CAPITULO 4

DISEÑO DE LA RED INALAMBRICA PARA DATARADIO TELECOMUNICACIONES C.A.



4.1.- GENERALIDADES.

DATARADIO Telecomunicaciones, es una empresa que presta servicios de radiocomunicación a diversas empresas, para lo cual está provisto de estructura y equipos propios así como también dispone del personal adecuado para este tipo de comunicaciones. Esta empresa se ha dedicado específicamente a las comunicaciones inalámbricas, en lo referente a otorgar los servicios fijos, móviles y de radiodifusión a determinadas empresas que requieren de las comunicaciones móviles por radio.

Con el avance tecnológico y la necesidad de los usuarios de llevar a cabo las comunicaciones de manera inalámbrica tanto de voz, video y datos, DATARADIO ve la necesidad de incursionar en este nuevo ámbito de las telecomunicaciones. Con este proyecto se quiere introducir en el mercado dentro de este tipo de las telecomunicaciones, como es la transmisión de datos mediante las ondas electromagnéticas y de implementar una red inalámbrica de computadoras a nivel regional.

La empresa que requiere de éstos servicios, es la empresa MOLINOS LA UNION, la misma que tiene sus oficinas ubicadas en la ciudad de Quito, la fábrica ubicada

en Calderón y la planta ubicada en Guachala Cayambe, las mismas que necesitan estar en permanentes comunicaciones de datos, voz y video (opcionalmente).

4.2.- REQUERIMIENTOS DE LA EMPRESA MOLINOS LA UNION .

La empresa MOLINOS LA UNION, tiene la necesidad de mantener comunicaciones de datos y voz (opcionalmente de video), para lo cual se interconectará a las redes de computadoras existentes en su empresa, de ésta manera se aprovechará la infraestructura instalada y se proveerá del servicio de datos y voz sobre el protocolo IP. Con estos antecedentes se tendrá una red híbrida y se aprovechará los servicios de las redes implementadas, añadiendo la característica de la movilidad para las comunicaciones.

Para dar solución a tales requerimientos se va llevar a cabo las comunicaciones mediante la operación de un sistema de espectro ensanchado (spread spectrum), con la cual se puede tener una alta velocidad de transmisión de datos y tener por ende transmisión de voz y video de manera confiable y de alta calidad.

4.3.- ANALISIS TECNICO.

4.3.1.- UBICACION DE LA EMPRESA MOLINOS LA UNION.

La ubicación física de los lugares en los que se encuentran funcionando la empresa MOLINOS LA UNION y que requieren comunicarse de manera permanente son:

LUGAR	UBICACIÓN	
	COORDENADAS	ALTURA (m.s.n.m)
OFICINAS QUITO	00° 09´ 30´´ Sur 78° 29´ 08´´ Oeste	2863
FABRICA CALDERON	00° 06´ 25´´ Sur 78° 26´ 44´´ Oeste	2685
PLANTA CAYAMBE	00° 00´ 39´´ Norte 78° 09´ 49´´ Oeste	2718

Cuadro 4.1: Ubicación física de la Empresa Molinos la Unión.

4.3.2.- ESTUDIO DEL DISEÑO DE RUTA EN EL MAPA.

El primer paso consiste en trazar algunos planes en las cartas topográficas para conectar los puntos de interés, esto es con facilidades de visibilidad directa, cercanía a líneas de fuerza y terreno conveniente entre los sitios. Para esto se ubica el plan sobre la cartas topográficas de 1:100.000 o 1:50.000, en donde se anotan las informaciones concernientes, como las siguientes:

a) Localización de las oficinas terminales que se conectan.
b) Posición de otras rutas de microondas que existen.

Para las condiciones de propagación de radio hay que tener en cuenta, el cálculo y la examinación de los siguientes aspectos:

a) Dibujo del perfil del trayecto.
b) Seguridad para mantener la primera zona de Fresnel totalmente despejado considerando la variación del valor de K y la altura necesaria de antena desde el nivel del suelo en el sitio elegido.
c) Cálculo del punto de reflexión y determinación de pérdidas por reflexión.

4.3.3.- ESTUDIO REALIZADO EN LOS MAPAS.

Para levantar el perfil topográfico de los puntos en mención y llevar adelante este

proyecto, se utilizaron las cartas topográficas de escala 1:50.000, las cuales fueron obtenidas en el Instituto Geográfico Militar (IGM*). Las cartas que se utilizaron fueron las siguientes:

NOMBRE	CODIGO
CALACALI	ÑII-E4
MOJANDA	ÑII-F3
CAYAMBE	ÑII-F4
NONO	ÑII-A2
QUINCHE	ÑIII-B1
CANGAGUA	ÑIII-B2

Cuadro 4.2: Nombre y código de las cartas topográficas que contienen los lugares a interconectarse.

Realizando el levantamiento del perfil topográfico entre las oficinas en Quito (Aereopuerto) y la fábrica en Calderón, se obtuvo que dicho perfil topográfico entre estos 2 puntos (ver figura 4.1), no tiene línea de vista y por ende no cumple con tener libre la primera zona de Fresnel, por lo que se colocará un repetidor en un lugar conveniente para los propósitos de las comunicaciones y de la empresa DATARADIO en la región de Calderón.

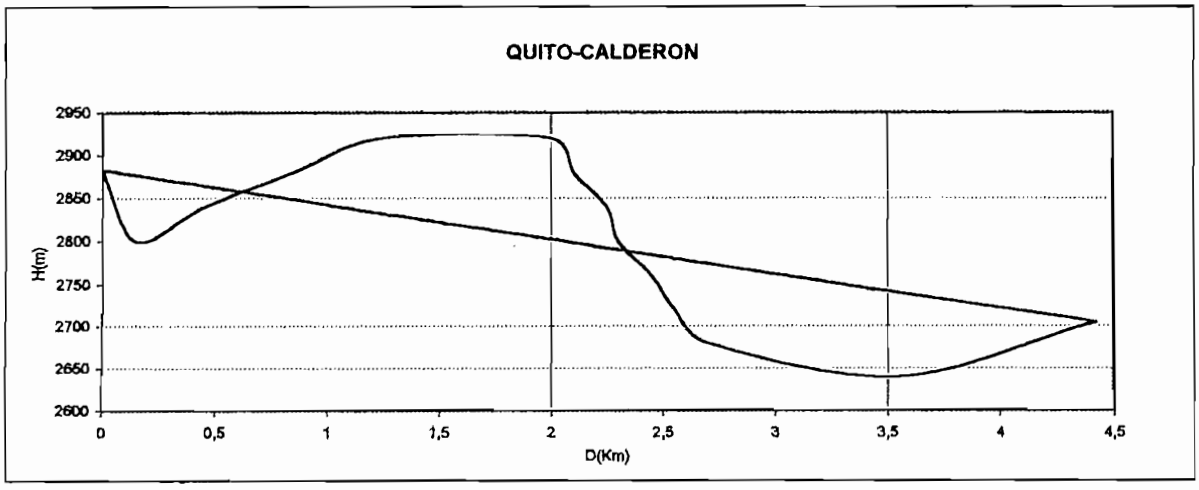


Fig. 4.1

Perfil topográfico entre las oficinas en Quito y la fábrica en Calderón de la empresa Molinos la Unión.

4.3.4.- SELECCIÓN DE LOS SITIOS DONDE SE COLOCARAN LAS REPETIDORAS.

Para realizar le selección de los lugares en donde se colocarán las radiobases se debe hacer un exhaustivo estudio de mapas y posteriormente de campo, para poder establecer si los sitios cumplen con los requisitos que a continuación se especifican.

4.3.4.1- Factores que influyen en la selección de los sitios de ubicación de las repetidoras.

En base al estudio real, muchas de las rutas propuestas pueden ser limitadas, para lo cual los siguientes factores deben ser considerados para determinar los sitios más favorables de ubicación.

4.3.4.1.1.- En los sitios.

a) Situaciones geográficas reales.
b) Disponibilidad de áreas planas y necesidad de nivelación del suelo.
c) Naturaleza del terreno.
d) Dirección del dueño del terreno y la dificultad de la compra.
e) Restricciones al construir la estación repetidora, debido a algunas regulaciones pertinentes como la regulación de parques nacionales.

4.3.4.1.2.- El camino de acceso.

a) Situación real del camino existente.
b) Rutas propuestas para el camino de acceso y longitud de caminos que necesitan de nueva construcción.
c) Necesidad de reparación del camino existente.

4.3.4.1.3.- Suministro de energía comercial.

a) Disponibilidad del suministro de energía comercial existente.
b) Punto de la conexión de la línea comercial a la línea de alimentación propia.
c) Ruta propuesta y longitud de la línea de alimentación.
d) Voltajes y frecuencias de la energía de alimentación.
e) Informaciones sobre regulación del voltaje y las fallas de alimentación.

4.3.4.1.4.- Casetas y torres.

a) Espacio de las casetas utilizables y posibilidades de expansión de la caseta cuando sea necesario.
b) Dirección del eje de la caseta que se necesita para el diseño del montaje de la antena.
c) Cimentación de la torre.
d) Resistencia mecánica de la torre existente y capacidad para el montaje de las antenas.

4.3.4.1.5.- Propagación de radio.

a) Confirmación de la visibilidad directa por pruebas con espejos o pruebas con globos.
b) Obstrucción cercana a la visibilidad directa o reflexión de las ondas electromagnéticas por las casetas.
c) Estimación del margen de despeje sobre el obstáculo por medio de la medición del ángulo de inclinación, usando un teodolito cuando no se obtenga el margen adecuado dé despeje sobre el obstáculo juzgando por el estudio del mapa.
d) Observación visual de la situación geográfica en el punto de reflexión si es necesario.

4.3.4.1.6.- Mantenimiento de la estación no atendida.

a) Tiempo de acceso desde la estación no atendida.

b) Lluvias en la estación húmeda y nieves en invierno.
c) Necesidad de refugios o de vehículos especiales como trineos.

4.3.4.1.7.- Construcción.

a) Disponibilidad de agua para la construcción en el sitio escogido.
b) Dirección y velocidad del viento principal.
c) Facilidades cercanas de transporte.
d) Disponibilidad de mano de obra.

4.3.4.1.8.- Guías e informaciones locales.

a) Mapa de caminos al sitio elegido.
b) Características geográficas alrededor del sitio.
c) Tiempo de acceso desde la carretera más cercana.

4.3.4.2.- Lugares seleccionados para la ubicación de las repetidoras.

Tomando en cuenta todos los factores del numeral 4.3.4.1, los sitios elegidos son:

CERRO CONDORCOCHA.- Este cerro cuenta con las características y servicios necesarios para la instalación, como son, la de tener acceso, contar con alimentación eléctrica, etc, por tales motivos se eligió este lugar, además que en él se encuentra instalada la repetidora para las comunicaciones móviles por radio de la empresa DATARADIO Telecomunicaciones, por lo que su implementación no tiene problemas. Con esta repetidora se logrará cubrir las oficinas en Quito (Aereopuerto) y la fábrica en Calderón.

CERRO CONDOR LOMA.- Este lugar es necesario para instalar una repetidora que cubrirá la zona de Cayambe, este sitio cuenta con las características suficientes para la instalación, de igual forma con el resto de características anotadas para la elección del cerro anterior.

REPETIDORA	UBICACION	
	COORDENADAS	ALTURA (m.s.n.m)
CONDORCOCHA	00° 02´ 02´´ Sur	3602
	78° 29´ 04´´ Oeste	
CONDOR LOMA	00° 01´ 04´´ Sur	3048
	78° 12´ 12´´ Oeste	

Cuadro 4.3: Ubicación física de las repetidoras.

4.3.4.3.- Comprobación de línea de vista requerida para los puntos de interconexión.

En este punto se procede a realizar la comprobación de los sitios elegidos que cumplan con los requerimientos de línea de vista y de tener libre la primera zona de Fresnel.

Realizando el levantamiento del perfil topográfico entre la repetidora en CONDORCOCHA y las oficinas en Quito (sector del Aereopuerto), así como el perfil entre CONDORCOCHA y la fábrica en Calderón se obtiene:

1) Se tiene línea de vista.
2) Se tiene despejada la primera zona de Fresnel.

Por lo que se llega a la conclusión de que la repetidora ubicada en CONDORCOCHA cumple adecuadamente con los requerimientos para la propagación.

Mientras que en el levantamiento del perfil topográfico entre las repetidoras ubicadas en CONDORCOCHA y CONDOR LOMA se obtiene:

1) Se tiene línea de vista.
2) Se tiene despejada la primera zona de Fresnel.

Por último, en el perfil topográfico entre la repetidora ubicada en CONDOR LOMA y la planta de Molinos la Unión ubicada en Cayambe se obtienen los siguientes

resultados:

1) Se tiene línea de vista.
2) Se tiene despejada la primera zona de Fresnel.

Todos los gráficos se presentan en los numerales 4.4.3, 4.4.4, 4.4.5, 4.4.6, los mismos que serán utilizados para el cálculo del balance y desempeño del sistema.

4.3.5.- CALCULO DEL PUNTO DE REFLEXIÓN Y DETERMINACION DE SU INFLUENCIA EN RECEPCION.

Cuando entre el transmisor y el receptor existe visibilidad directa entre ambos, el modelo de propagación se lo hace mediante una onda directa y otra reflejada en el suelo, en donde dependiendo de la naturaleza del terreno, puede influir y hacer que en recepción se tenga una componente de onda reflejada, lo cual no es conveniente, para ello se determina el punto de reflexión y se realiza un estudio de la influencia del terreno para determinar la posibilidad de interferencias por tener o no ondas reflejadas.

Para realizar el estudio de la influencia de la onda reflejada en un trayecto sin obstáculos, es necesario en primer lugar encontrar el punto de reflexión, la distancia entre el punto de transmisión y el punto de reflexión (d_{r1}) se lo calcula de acuerdo al modelo del trayecto de propagación que se muestra en la figura 4.2.

Para realizar la determinación del punto de reflexión, en primer lugar se dibuja sobre el perfil, el lugar geométrico de los puntos que cumplan con la ley de reflexión al punto de menor altura: ángulo incidente = ángulo reflexión, dada por la ecuación 4.1.

$$hr = \frac{(10^3/2ka)(d2-d1) - (h2/d2) + (h1/d1)}{(1/d1) - (1/d2)} \qquad \text{Ecuación 4.1}$$

Donde : *d1, d2* y *a* se expresa en Kilómetros (*d1* = distancia de ubicación del punto de reflexión, *a* = radio de la tierra 6370 Km, d1<d2), *h1* y *h2* en metros

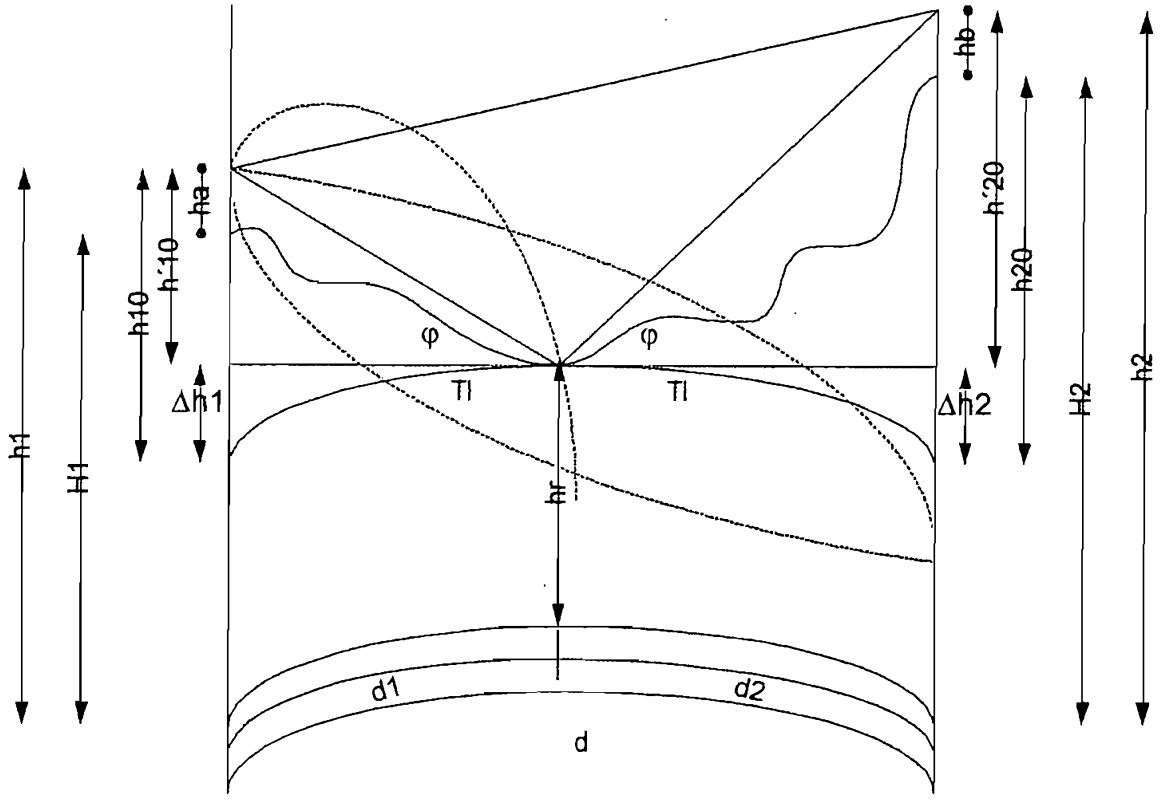


Fig. 4.2

Determinación del Punto de Reflexión

Luego de haber determinado la ubicación del punto de reflexión se procede a determinar si tiene influencia la onda reflejada o no en el receptor, para lo cual se calcula el área de la zona de Fresnel en el punto de reflexión .

Para esto fijamos:

$h'_{10} = h_{10} - \Delta h_1$ (m) ; $h'_{20} = h_{20} - \Delta h_2$ (m) Ecuación 4.2

$h'_{10} = h_1 - h_r$ (m) ; $h'_{20} = h_2 - h_r$ (m)

$\Delta h_1 = d_1^2/2ka$; $\Delta h_2 = d_2^2/2ka$ Ecuación 4.3

Donde: h'_{10} , h'_{20} : altura de la antena de transmisión y de recepción respectivamente sobre el nivel de la tangente al punto de reflexión.

h_1 , h_2 : altura de la antena de transmisión y recepción respectivamente sobre el nivel del mar.

$\varphi = \tan^{-1} (h'_{10} / d_1 * 10^3)$ (grados) Ecuación 4.4

$r_{f1} = (\lambda * d_1 * d_2 / d)^{1/2}$ (m) Ecuación 4.5

$T_L = r_{f1} / (\text{sen } \varphi)$ Ecuación 4.6

Donde: φ: es el ángulo de incidencia rasante de la onda reflejada

λ: es la longitud de onda en metros

r_{f1}: es el radio de la primera zona de Fresnel en el punto de reflexión

T_L: es el semi-eje mayor de la elipse de proyección de la primera zona de Fresnel en el área de reflexión.

Con el valor obtenido de T_L se sitúa este valor sobre el perfil y se marcan los puntos a los que corta en el perfil topográfico y se evalúan las alturas de los accidentes de mayor y de menor altura dentro del segmento 2Tl y se obtienen los valores de $H_{máx}$ y $H_{mín}$.

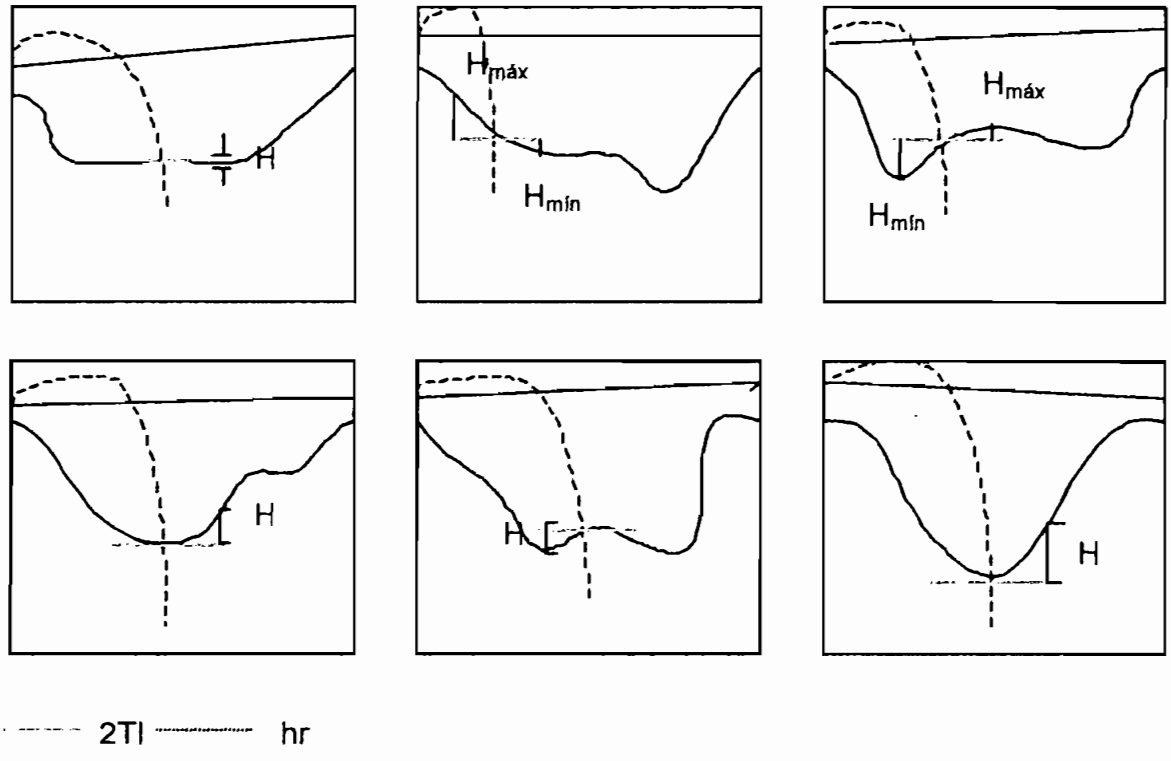


Fig. 4.3

Evaluación de las alturas de mayor y menor altura dentro del segmento 2Tl

$H = H_{máx} - H_{mín}$ Ecuación 4.7

Para determinar si el suelo es rugoso o es liso se deben considerar las siguientes relaciones:

Si $H \geq \lambda / 16 \text{ sen } \varphi$ suelo rugoso Ecuación 4.8

Si $H < \lambda / 16 \text{ sen } \varphi$ suelo liso. Ecuación 4.9

Con esto si el terreno es rugoso, la onda reflejada tiene una atenuación superior a 10 dB y no incide en el receptor.

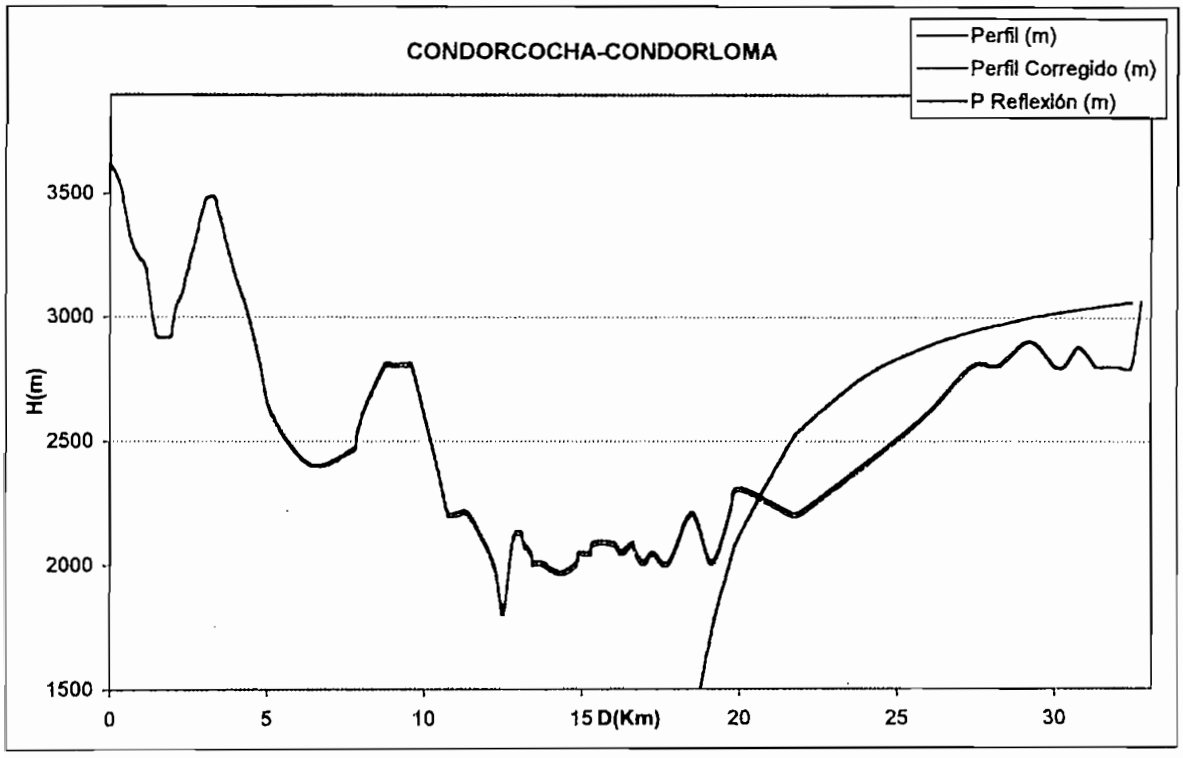
El cálculo de los puntos de reflexión de los radioenlaces del proyecto se presentan a continuación.

Enlace Condorcocha – Cóndor Loma

d1	Perfil	hr
18	2250	615,75
20	2300	2119
22	2255	2557
24	2450	2765
28	2900	2963
30	2820	3017

h'10	=	1322m	
h´20	=	768m	
Hr	=	2300m	
D	=	32,7Km	
dr1	=	20,6Km	
dr2	=	12,1Km	
φ	=	3,672grados	
rf1	=	19,856m	
TI	=	310,047	
H1	=	2290m	
H2	=	2260m	
H	=	30m	
Relación	30	≥	0,050478

Por tanto la onda reflejada se atenúa y no causa efecto en recepción

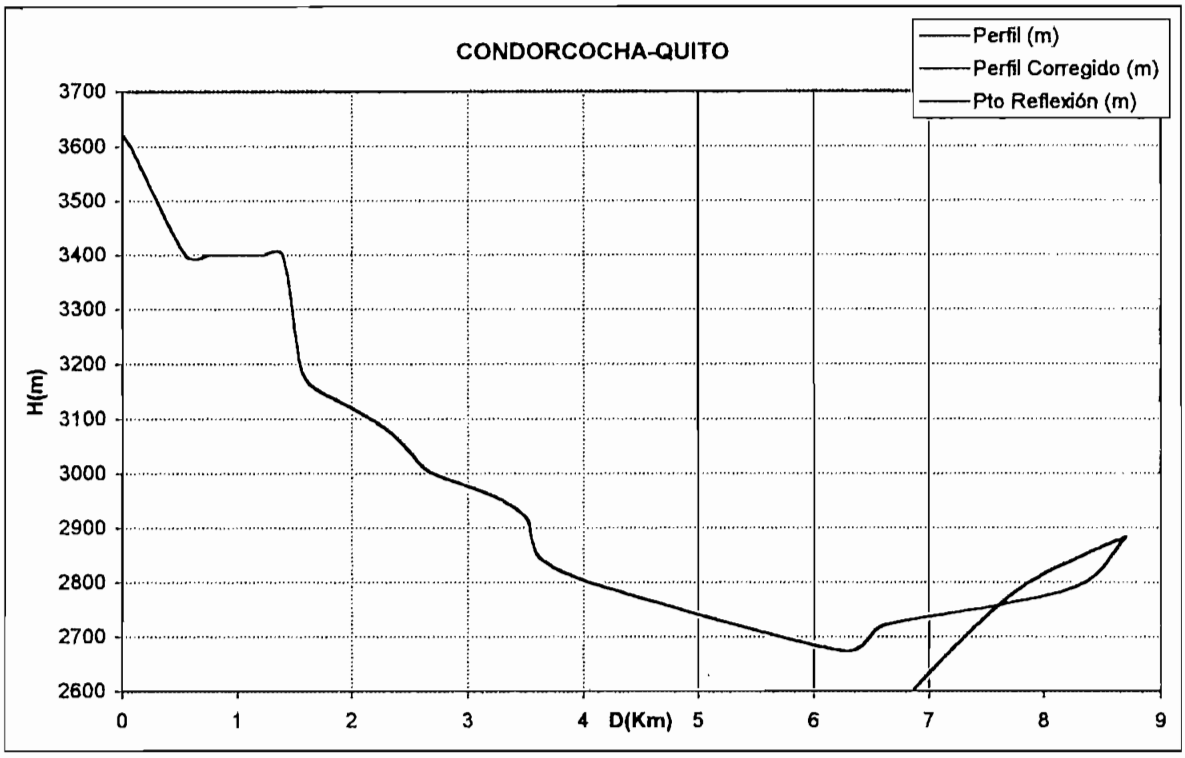


Enlace Condorcocha - Quito

d1	Perfil	hr
4	2800	7845
5	2750	780,8
6	2690	2279,3
7	2740	2646,6
8	2790	2812

h´10	=	856 m	
h´20	=	117 m	
Hr	=	2766 m	
D	=	8,7 Km	
d1	=	7,65 Km	
d2	=	1,05 Km	
φ	=	6,385 grados	
rf1	=	6,911 m	
Tl	=	62,144	
Hmáx	=	2764 m	
Hmín	=	2755 m	
H	=	9 m	
Relación	9	≥	0.029

Por tanto la onda reflejada se atenúa y no causa efecto en recepción

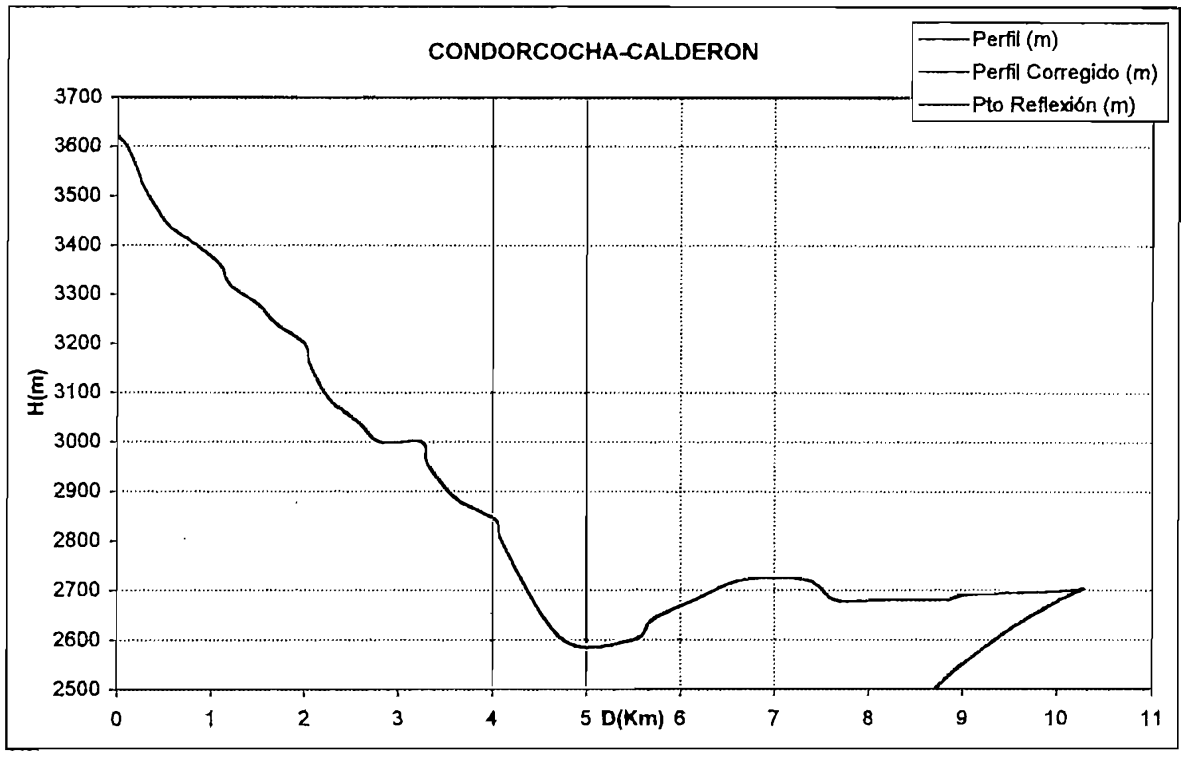


Enlace Condorcocha - Calderón

d1	Perfil	hr
8,15	2685	2377,44
8,7	2687	2499,17
8,85	2690	2526,07
9	2691	2550,87
9,5	2695	2621,13
10	2700	2676,82

h´10	=	937	m
h´20	=	20	m
hr	=	2685	m
d	=	10,3	Km
dr1	=	10,3	Km
dr2	=	0	Km
φ	=	5,198	grados
rf1	=	0,000	m
Tl	=	0,000	
H1	=	2705	m
H2	=	2685	m
H	=	20	m
Relación	20	≥	0,035683

Por tanto la onda reflejada se atenúa y no causa efecto en recepción

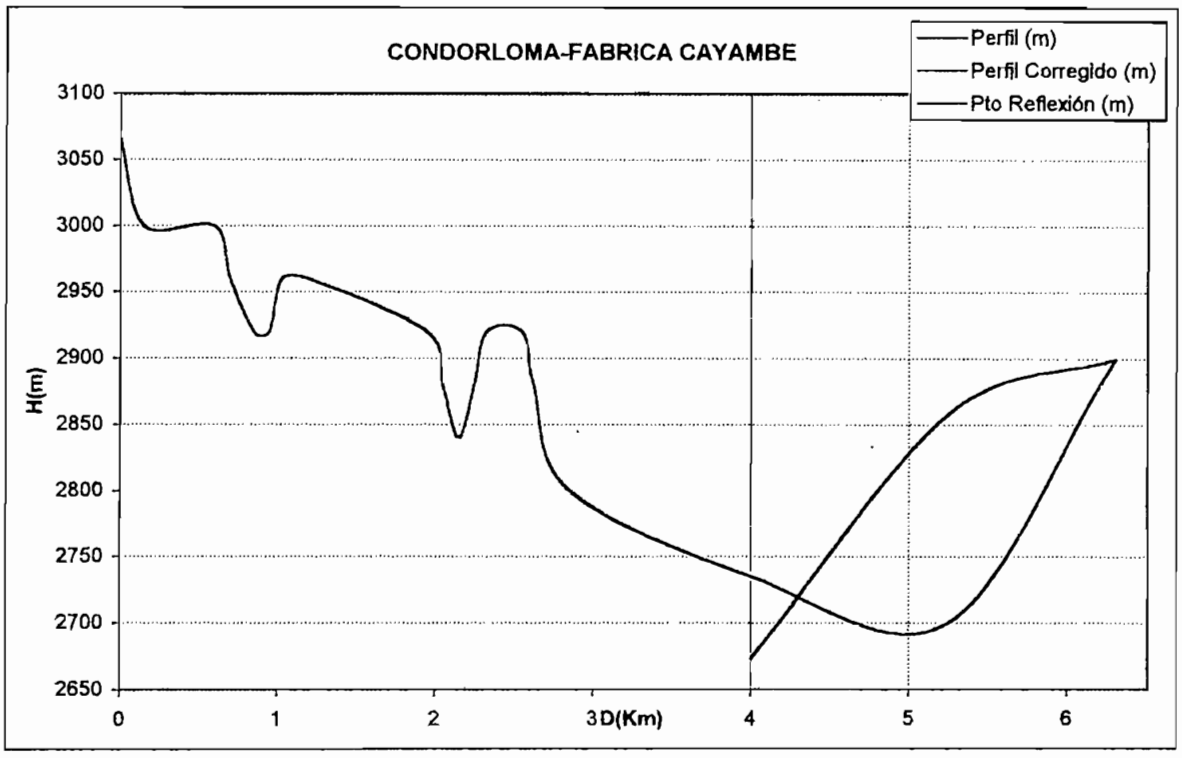


Enlace Cóndor Loma – Cayambe

d1	Perfil	hr
4	2740	2673,2
4,5	2710	2788,4
5	2700	2841,3
5,5	2725	2871,6
6	2825	2891,2

h´10	=	343 m	
h´20	=	175 m	
hr	=	2725 m	
d	=	6,3 Km	
d1	=	4,3 Km	
d2	=	2 Km	
φ	=	4,561 grados	
rf1	=	8,403 m	
Tl	=	105,676	
Hmáx	=	2725 m	
Hmín	=	2712 m	
H	=	13 m	
Relación	13	≥	0.04

Con la torre para la antena de Rxo la onda reflejada se atenúa y no causa efecto en recepción



Los resultados obtenidos son que el suelo es rugoso y a la frecuencia a la que se está trabajando, la onda reflejada se atenúa en más de 10 dB, por la reflexión difusa, lo que no causa interferencia en el receptor.

4.4.- MODELO DE UN SISTEMA DE RADIOCOMUNICACION.

En el análisis y proyecto de los sistemas de radiocomunicación es necesario llevar a cabo el balance de los enlaces, en donde esto hace relación a las pérdidas y ganancias de potencia, así como a los cálculos de niveles de señales en los diferentes interfaces del sistema.

4.4.1.- PERFIL DE PRESUPUESTO DE PERDIDAS Y BALANCE DEL SISTEMA.

El perfil de presupuestos de pérdidas es de manera directa la que da el balance del sistema, la misma que es la relación que expresa la potencia disponible en el receptor en función de la potencia de transmisión y las pérdidas y ganancias que aparecen en el trayecto entre el transmisor y el receptor. El modelo que se presenta en la figura 4.4, consta de los siguientes elementos y parámetros:

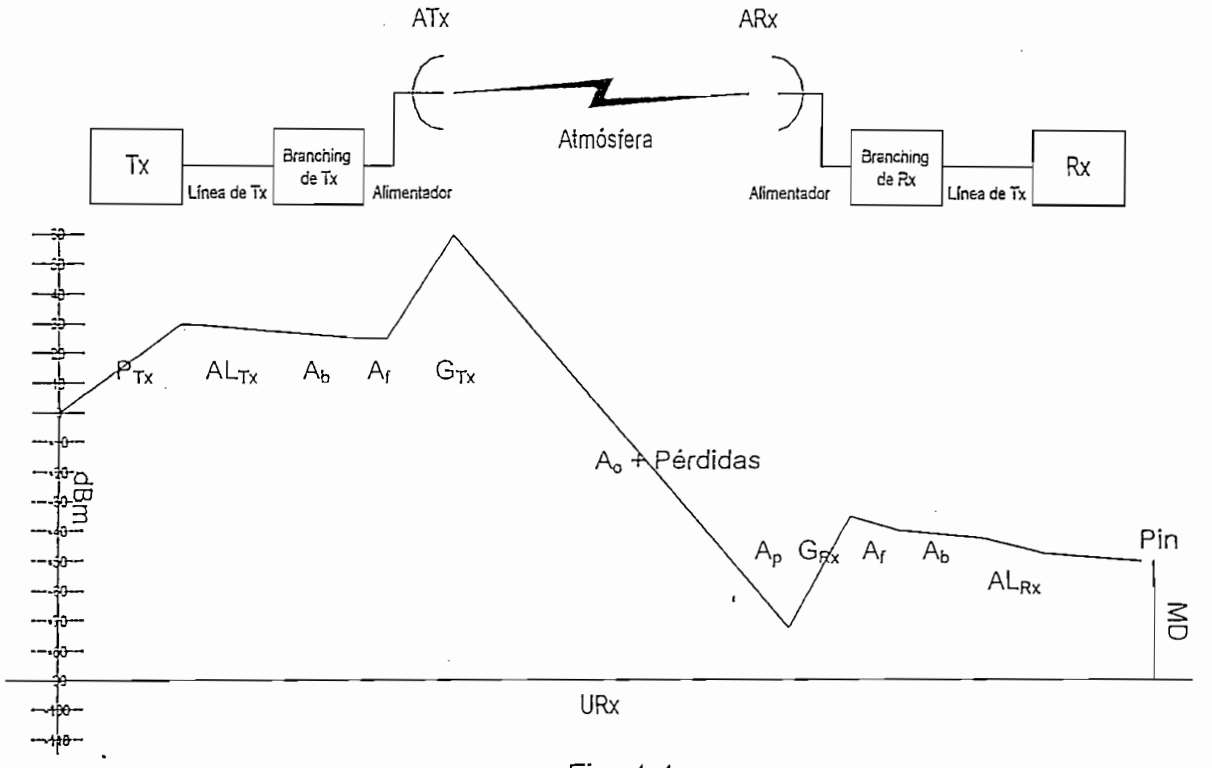


Fig. 4.4

Esquema de un sistema de radiocomunicación y el balance del sistema.

4.4.1.1.- Elementos que intervienen con pérdidas y ganancias en la transmisión y recepción en un sistema de radiocomunicación.

En el lado de transmisión.

1. Transmisor (Tx)
2. Línea de transmisión
3. Branching de Tx
4. Antena de Tx (A_{Tx})

En el lado de recepción.

5. Antena de Rx (A_{Rx})
6. Branching de Rx
7. Línea de transmisión en Rx
8. Receptor (Rx)

4.4.1.2.- Parámetros que intervienen en el balance de un sistema de radiocomunicación.

1. Potencia de transmisión (P_{Tx})
2. Atenuación de la línea de transmisión (A_{LTx})
3. Pérdidas del branching en Tx (A_b)
4. Pérdidas del alimentador en Tx (A_f)
5. Ganancia de la antena transmisora (G_{Tx})
6. Pérdidas por alineamiento de antenas
7. Atenuación por espacio libre (A_0) y pérdidas totales
8. Ganancia de la antena receptora (G_{Rx})
9. Pérdidas del alimentador en Rx (A_f)
10. Pérdidas del branching en Rx (A_b)
11. Atenuación de la línea de transmisión (A_{LRx})
12. Umbral de recepción (U_{Rx})
13. Margen de desvanecimiento (MD)

4.4.2.- ASPECTOS GENERALES DE LOS PARAMETROS QUE INTERVIENEN EN EL CÁLCULO DEL DESEMPEÑO DE UN RADIOENLACE (PERFOMANCE).

El desempeño es una medida de la calidad que tiene el radioenlace, el cual posee desvanecimientos que provocan que la señal que llega al receptor, no sea como en el inicio, con lo cual se tienen problemas ya que la señal recibida puede estar mezclada con señales no deseadas, como el ruido y las interferencias.

En otras palabras el desempeño de un radioenlace es el porcentaje de tiempo que la señal en el receptor excede el margen de desvanecimiento calculado con respecto al umbral de recepción.

4.4.2.1.- Potencia de transmisión.

La potencia de transmisión está dada por los fabricantes de los sistemas de comunicaciones y limitada por la regulación nacional, para éste proyecto, la

potencia de transmisión es de 1 vatio máximo, ya que es la máxima potencia permitida en la banda ISM en 2.4 GHz y 5.8 GHz para IEEE 802.11 y 5.2 GHz para HIPERLAN.

4.4.2.2.- Ganancias de las antenas.

Las ganancias de las antenas, tanto del Tx como del Rx, son las únicas ganancias del sistema, para el proyecto se utilizan antenas parabólicas las cuales poseen la característica de ser altamente directivas y de tener una ganancia alta, lo cual satisface las necesidades que se requieren en el radioenlace.

4.4.2.3.- Atenuaciones y pérdidas.

4.4.2.3.1.- Atenuación de la línea de transmisión (A_{LTx}).

La atenuación de la línea de transmisión se ve expresada dependiendo del tipo de línea de Tx que se utilice y de la distancia que existe para interconectar un equipo con otro. Suele expresarse en dB/m.

4.4.2.3.2.- Pérdidas del branching (A_b).

La pérdidas del branching, representan las pérdidas que se tienen en el equipo, ya que éste se encuentra compuesto de circuladores, duplexores, filtros, acopladores direccionales entre otros elementos de microondas, ya que este es el medio de acoplamiento entre el Tx y la antena de transmisión.

4.4.2.3.3.- Pérdidas del alimentador (Feeders)(A_f).

Los alimentadores son los cables coaxiales o las guías de onda que se utilizan para conectar el equipo con la antena, representan una atenuación por unidad de longitud, la misma que se expresa por el producto de la atenuación que dan los fabricantes (dB/m) multiplicado por la longitud del coaxial o de la guía de onda.

$$A_f = \alpha_f * l_f \qquad \text{Ecuación 4.10}$$

Donde :

α_f = Atenuación del alimentador por unidad de longitud.

l_f = Longitud del alimentador.

4.4.2.3.4.- Pérdidas por puntería.

Estas pérdidas son ocasionadas debido a que las antenas al ser más directivas (de mayor ganancia), poseen un ancho de lóbulo más estrecho y si no se tiene una correcta alineación entre la antena transmisora y receptora, la porción de onda electromagnética originada por el transmisor que se capta es menor a la que se debería tener si la alineación sería la correcta, puesto que el área efectiva de las antenas se reduce conforme la alineación entre ellas sea deficiente.

4.4.2.3.5.- Atenuación por espacio libre (A_0) y pérdidas totales.

La atenuación por espacio libre es ocasionada por la distancia del enlace y está definida por la siguiente expresión:

$$A_0 = -(92.4 + 20\log F(GHz) + 20\log d\ (Km))\ dB \qquad \text{Ecuación 4.11}$$

En lo referente a las pérdidas totales hay que considerar todas las atenuaciones indicadas tanto en el transmisor como en el receptor.

4.4.2.4.- Potencia de umbral o umbral de recepción (U_{Rx}).

La potencia de umbral es el nivel donde la señal del ruido propio del aparato es igual a la de la señal recibida, es decir, es donde no se distingue si la señal recibida es ruido o es señal. En otras palabras el umbral de recepción es la mínima señal que puede ser determinada en un 50% de confiabilidad. Está dada por la siguiente expresión:

$$U_{Rx} = KTB + 3dB + T_D + F_{Rx} \qquad \text{Ecuación 4.12}$$

En dB:

$$U_{Rx} = 10 \log(K) + 10 \log(T) + 10 \log(B) + 3dB + T_D dB + F_{Rx} dB \qquad \text{Ecuación 4.13}$$

Donde: K = constante de Boltzaman (1.38×10^{-23})
T = temperatura del ambiente a condiciones normales (293 °K)
B = ancho de banda del canal (125 MHz)
T_D = umbral de mejoramiento (10 dB)
F_{Rx} = Factor de ruido del receptor (8 dB)

4.4.2.5.- Potencia de recepción (P_{Rx}).

La potencia de recepción es igual a la diferencia entre la potencia de transmisión y la suma de todas la pérdidas que se encuentran entre el transmisor y el receptor.

$$P_{Rx} = P_{Tx} - \Sigma \text{ Péridas} \qquad \text{Ecuación 4.14}$$

4.4.2.6.- Margen de Desvanecimiento (MD).

El parámetro más importante que evalúa la calidad de un sistema digital de radio es el MD*, el cual es un margen de seguridad que indica el periodo de tiempo que excede el umbral del BER, en donde el sistema es considerado en condición de degradación o se encuentra fuera de servicio. Otorga una idea de si el enlace es aceptable o no, éste es calculado con respecto al umbral de recepción.

$$MD = P_{Rx} - U_{Rx} \qquad \text{Ecuación 4.15}$$

4.4.2.7.- Confiabilidad del enlace.

Es una medida de la probabilidad que el enlace se corte, se expresa en términos del máximo tiempo permitible de falla debido a todas las causas, sobre una longitud de trayecto determinada, en otras palabras, es el tiempo de permanencia

fuera de comunicación durante todo el año. Esta medida se la puede obtener mediante la probabilidad de Raileigh (P_r) que se indica a continuación:

$$P_r = 10^{-MD/10} \qquad \text{Ecuación 4.16}$$

4.4.2.8.- Ganancia del Sistema (G_S).

La Ganancia del Sistema (G_s*) representa una medida del desempeño del sistema en función de un objetivo de calidad, ya que incorpora varios parámetros de interés para el diseño de sistemas de microondas. G_s viene dada por la expresión:

$$G_s = P_{Tx} - U_{Rx} \geq FM + A_0 + A_b + A_f - G_{Tx} - G_{Rx} \quad (dB) \qquad \text{Ecuación 4.17}$$

$$FM = 30 \log d + 10 \log (6ABf) - 10 \log (1-R) - 70 \qquad \text{Ecuación 4.18}$$

Donde : 1-R : Objetivo de confiabilidad.

A : Factor de rugosidad.

= 4 para terrenos planos

= 1 para terrenos rugosos

= ¼ para terrenos muy rugosos, montañosos

B : Factor para el mes más desfavorable del año.

= ½ para áreas húmedas y pantanosas

= ¼ para áreas profundas

= 1/8 para áreas montañosas y muy secas

4.4.3.- EVALUACIÓN DE LA CALIDAD EN SISTEMAS DE RADIO.

El circuito hipotético de referencia para los sistemas de radio digital, se establece una longitud de 2500 Km, considerando nueve terminales de radio. En cada terminal se tiene un bloque TDM que proporciona el tren digital al modulador del transmisor, en recepción se demodula y se regenera la información digitalizada. La señal debe ser reconstruida ya que ha sido deformada por las limitaciones de

banda del canal y por el ruido, en el multiplexor parte toda la señal que puede ser extraída , en este punto también puede insertarse una nueva señal, la modulación/demodulación de la portadora puede hacerse:

- A frecuencia intermedia (FI)
- Directamente a RF

Para la demodulación coherente es necesario conocer exactamente frecuencia y fase de la portadora modulada.

4.4.3.1.- RECOMENDACIÓN G-821 DE LA UIT-T.

La recomendación G-821 define los parámetros que deben cumplir los sistemas para tener confiabilidad y calidad.

4.4.3.1.1.- Segundos con error (ES).

Un intervalo de 1 segundo conteniendo uno o más errores de bit, son aceptables si el ES es menor a (L/2500)*0,32% del tiempo de cada mes.

4.4.3.1.2.- Segundos con errores severos (SES).

Un intervalo de 1 segundo donde el BER es mayor a 10^{-3} , los SES son aceptables si es menor a (L/2500)*0,054% del tiempo de cada mes.

4.4.3.1.3.- Minutos degrados (DM).

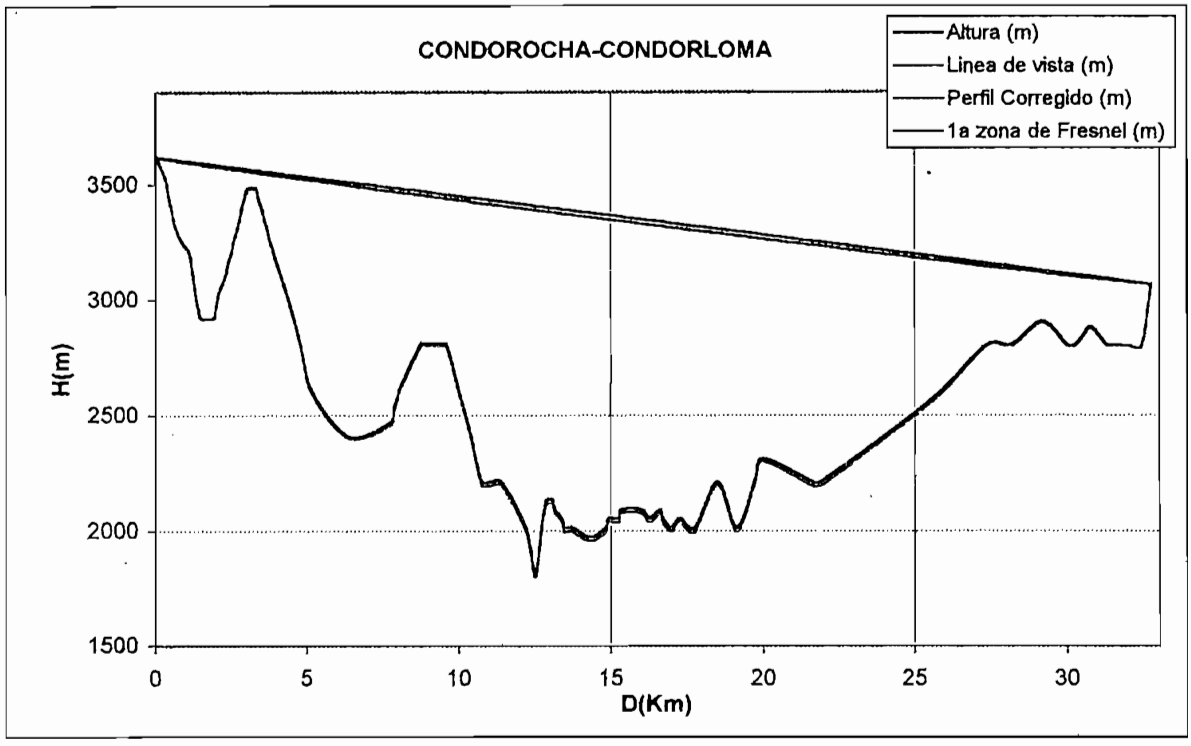
Un intervalo de 1 segundo donde el BER es mayor a 10^{-6} , son aceptables DM menores a (L/2500)*0,4% del tiempo de cada mes.

Un radioenlace es definido como indisponible si el BER es mayor a 10^{-3} o si el sincronismo se pierde por más de 10 segundos consecutivos.

4.4.4.- BALANCE DEL SISTEMA EN EL ENLACE ENTRE CONDORCOCHA Y CONDORLOMA.

PUNTO A		PUNTO B	
NOMBRE:	CONDORCOCHA	NOMBRE:	CONDORLOMA
LONGITUD:	78° 29´ 04´´ W	LONGITUD:	78° 12´12´´ W
LATITUD:	00° 02´ 02´´ S	LATITUD:	00° 01´ 04´´ S
ALTURA:	3602 [m.s.n.m]	ALTURA:	3046 [m.s.n.m]
TORRE:	20 [m]	TORRE:	20 [m]
AZIMUT:	83°	AZIMUT:	263°

Frecuencia:	5,8GHz	
Ancho de banda del canal	125MHz	
Potencia de transmisión	1000mW	30dBm
Distancia:	32.7Km	
Ganancia de la antena de Tx:	33,5dBi	
Ganancia de la antena de Rx:	33,5dBi	
Umbral de recepción:	-90dBm	
Pérdidas de transmisión		
Línea de transmisión	0.055dB/m	R 70
Longitud de la línea de transmisión	20m	
Pérdida del branching	1dB	
Pérdida por apuntamiento	1dB	
Atenuación por espacio libre	-137,96dB	
Potencia de entrada al receptor	-44,76dBm	
Margen de desvanecimiento	45,24dB	
Confiabilidad	99,997%	
Sistema fuera de servicio en el año	28305,6seg	
Ganancia de sistema	120dB	
FM	21,04127528dB	
Ganancia de sistema >	94,7007902	



N.-	Distancia	Altura	Línea de vista	Perfil Corregido	1a zona de Fresnel	Corrección
	(Km)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
1	0	3622	3622,00	3622,00	3622,00	0,00
2	0,1	3600	3620,31	3600,19	3618,03	0,19
3	0,25	3560	3617,76	3560,48	3614,18	0,48
4	0,35	3520	3616,07	3520,67	3611,84	0,67
5	0,4	3480	3615,22	3480,76	3610,70	0,76
6	0,45	3440	3614,38	3440,85	3609,58	0,85
7	0,525	3400	3613,11	3400,99	3607,94	0,99
8	0,575	3360	3612,26	3361,09	3606,85	1,09
9	0,65	3320	3610,99	3321,23	3605,25	1,23
10	0,75	3280	3609,29	3281,41	3603,14	1,41
11	0,925	3240	3606,33	3241,73	3599,51	1,73
12	1,125	3200	3602,94	3202,09	3595,44	2,09
13	1,35	3000	3599,13	3002,49	3590,95	2,49
14	1,425	2960	3597,86	2962,62	3589,46	2,62
15	1,5	2920	3596,59	2922,76	3587,98	2,76
16	1,925	2920	3589,39	2923,49	3579,71	3,49
17	1,975	2960	3588,54	2963,57	3578,74	3,57
18	2,05	3000	3587,27	3003,70	3577,30	3,70
19	2,1	3040	3586,42	3043,78	3576,34	3,78
20	2,25	3080	3583,88	3084,03	3573,47	4,03
21	2,35	3120	3582,19	3124,20	3571,57	4,20
22	2,4	3160	3581,34	3164,28	3570,61	4,28
23	2,5	3200	3579,65	3204,44	3568,72	4,44

24	2,55	3240	3578,80	3244,53	3567,77	4,53
25	2,65	3280	3577,10	3284,69	3565,88	4,69
26	2,725	3320	3575,83	3324,81	3564,47	4,81
27	2,8	3360	3574,56	3364,93	3563,06	4,93
28	2,85	3400	3573,72	3405,01	3562,12	5,01
29	2,95	3440	3572,02	3445,17	3560,24	5,17
30	3,05	3480	3570,33	3485,32	3558,37	5,32
31	3,325	3480	3565,67	3485,75	3553,24	5,75
32	3,4	3440	3564,40	3445,86	3551,84	5,86
32	3,5	3400	3562,70	3406,02	3549,99	6,02
33	3,9	3200	3555,93	3206,61	3542,60	6,61
34	4,4	3000	3547,46	3007,33	3533,42	7,33
35	4,8	2800	3540,68	2807,88	3526,12	7,88
36	5,175	2600	3534,33	2608,39	3519,32	8,39
37	6,4	2400	3513,57	2409,91	3497,25	9,91
38	7,75	2460	3490,70	2471,38	3473,21	11,38
39	7,85	2500	3489,01	2511,48	3471,44	11,48
40	7,9	2540	3488,16	2551,53	3470,55	11,53
41	8	2580	3486,46	2591,63	3468,79	11,63
42	8,025	2600	3486,04	2611,66	3468,34	11,66
43	8,75	2800	3473,76	2812,34	3455,55	12,34
44	9	2800	3469,52	2812,56	3451,15	12,56
45	9,45	2800	3461,90	2812,93	3443,26	12,93
46	9,6	2800	3459,36	2813,05	3440,63	13,05
47	10	2600	3452,58	2613,36	3433,63	13,36
48	10,4	2400	3445,80	2413,65	3426,65	13,65
49	10,75	2200	3439,87	2213,89	3420,56	13,89
50	11,05	2200	3434,79	2214,08	3415,34	14,08
51	11,4	2200	3428,86	2214,29	3409,26	14,29
52	12,2	2000	3415,31	2014,72	3395,42	14,72
53	12,5	1800	3410,23	1814,86	3390,24	14,86
54	12,725	2000	3406,41	2014,96	3386,36	14,96
55	12,75	2040	3405,99	2054,97	3385,93	14,97
56	12,8	2080	3405,14	2095,00	3385,07	15,00
57	12,9	2120	3403,45	2135,04	3383,35	15,04
58	13,1	2120	3400,06	2135,12	3379,91	15,12
59	13,15	2080	3399,21	2095,13	3379,05	15,13
60	13,4	2040	3394,98	2055,22	3374,75	15,22
61	13,45	2000	3394,13	2015,24	3373,89	15,24
62	13,6	2000	3391,59	2015,29	3371,32	15,29
63	13,65	2000	3390,74	2015,31	3370,46	15,31
64	13,75	2000	3389,05	2015,34	3368,75	15,34
65	14,325	1960	3379,31	1975,50	3358,90	15,50
66	14,825	2000	3370,84	2015,60	3350,36	15,60
67	14,9	2040	3369,57	2055,61	3349,08	15,61
68	15,25	2040	3363,64	2055,67	3343,12	15,67
69	15,35	2080	3361,94	2095,68	3341,42	15,68
70	16	2080	3350,93	2095,73	3330,37	15,73

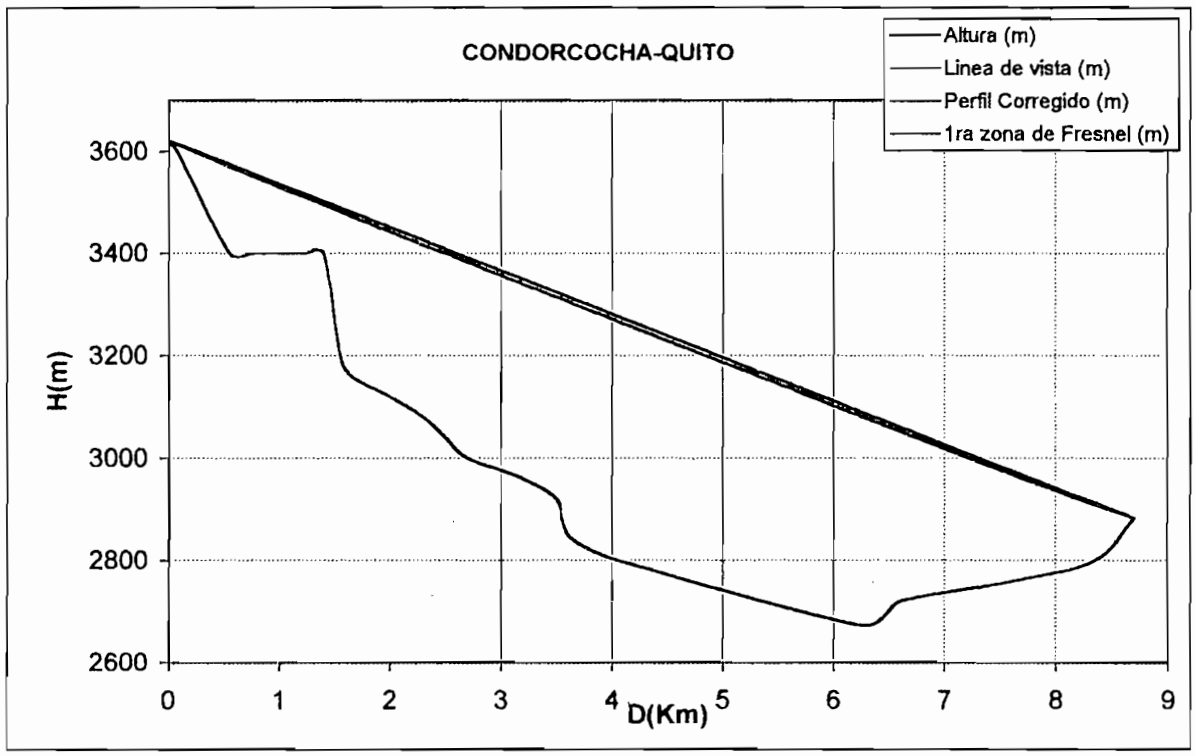
71	16,25	2040	3346,69	2055,74	3326,13	15,74
72	16,6	2080	3340,76	2095,73	3320,20	15,73
73	16,7	2040	3339,07	2055,73	3318,51	15,73
74	16,95	2000	3334,83	2015,72	3314,29	15,72
75	17,25	2040	3329,75	2055,69	3309,22	15,69
76	17,75	2000	3321,28	2015,62	3300,79	15,62
77	18,5	2200	3308,57	2215,47	3288,19	15,47
78	19,125	2000	3297,99	2015,28	3277,72	15,28
79	19,7	2200	3288,24	2215,08	3268,12	15,08
80	20	2300	3283,16	2314,95	3263,12	14,95
81	21,6	2200	3256,06	2214,11	3236,58	14,11
82	21,9	2200	3250,97	2213,92	3231,63	13,92
83	24	2400	3215,39	2412,29	3197,22	12,29
84	25,9	2600	3183,20	2610,37	3166,51	10,37
85	27,4	2800	3157,79	2808,55	3142,64	8,55
86	28,2	2800	3144,24	2807,47	3130,07	7,47
87	29,2	2900	3127,30	2906,02	3114,58	6,02
88	30	2800	3113,74	2804,77	3102,42	4,77
89	30,275	2800	3109,08	2804,32	3098,31	4,32
90	30,5	2840	3105,27	2843,95	3094,97	3,95
91	30,75	2880	3101,04	2883,53	3091,30	3,53
92	31,05	2840	3095,95	2843,02	3086,95	3,02
93	31,3	2800	3091,72	2802,58	3083,39	2,58
94	31,5	2800	3088,33	2802,23	3080,60	2,23
95	32	2800	3079,86	2801,32	3073,91	1,32
96	32,4	2800	3073,08	2800,57	3069,16	0,57
97	32,7	3068	3068,00	3068,00	3068,00	0,00

4.4.5.- BALANCE DEL SISTEMA EN EL ENLACE ENTRE CONDORCOCHA Y LAS OFICINAS EN QUITO.

PUNTO A		PUNTO B	
NOMBRE:	CONDORCOCHA	NOMBRE:	QUITO
LONGITUD:	78° 29´ 04´´ W	LONGITUD:	78° 29´ 08´´ W
LATITUD:	00° 02´ 02´´ S	LATITUD:	00° 09´ 30´´ S
ALTURA:	3602 [m.s.n.m]	ALTURA:	2863 [m.s.n.m]
TORRE:	20 [m]	TORRE:	10 [m]
AZIMUT:	164°	AZIMUT:	344°

Frecuencia:	5,8GHz	
Ancho de banda del canal	125MHz	
Potencia de transmisión	500mW	27DBm
Distancia:	8,7Km	

Ganancia de la antena de Tx:	28,1dB	
Ganancia de la antena de Rx:	28,1dB	
Umbral de recepción:	-90dBm	
Pérdidas de transmisión		
Línea de transmisión	0,055dB/m	R 70
Longitud de la línea de transmisión	20m	
Pérdida del branching	0,6dB	
Pérdida por apuntamiento	1dB	
Atenuación por espacio libre	-126,46dB	
Potencia de entrada al receptor	-45,97dBm	
Margen de desvanecimiento	44,03dB	
Confiabilidad	99,996%	
Sistema fuera de servicio en el año	37397,6seg	
Ganancia de sistema	116,99dB	
FM	2,58dB	
Ganancia de sistema >	75,54	



N.-	Distancia (Km)	Altura (m)	Línea de vista (m)	Perfil Corregido (m)	1ra zona de Fresnel (m)	Corrección (m)
1	0	3622	3622,00	3622,00	3622,00	0,00
2	0,075	3600	3615,63	3600,04	3613,67	0,04
3	0,55	3400	3575,28	3400,26	3570,12	0,26

4	0,75	3400	3558,29	3400,35	3552,34	0,35
5	0,9	3400	3545,55	3400,41	3539,09	0,41
6	1,1	3400	3528,56	3400,49	3521,51	0,49
7	1,225	3400	3517,95	3400,54	3510,57	0,54
8	1,4	3400	3503,08	3400,60	3495,29	0,60
9	1,55	3200	3490,34	3200,65	3482,22	0,65
10	1,65	3160	3481,84	3160,68	3473,53	0,68
11	2	3120	3452,11	3120,79	3443,19	0,79
12	2,3	3080	3426,63	3080,87	3417,28	0,87
13	2,5	3040	3409,64	3040,91	3400,04	0,91
14	2,7	3000	3392,66	3000,95	3382,84	0,95
15	3,2	2960	3350,18	2961,04	3339,95	1,04
16	3,5	2920	3324,70	2921,07	3314,30	1,07
17	3,55	2880	3320,45	2881,08	3310,03	1,08
18	3,65	2840	3311,96	2841,09	3301,49	1,09
19	4,05	2800	3277,98	2801,11	3267,40	1,11
20	6,25	2674	3091,11	2674,90	3081,57	0,90
21	6,6	2720	3061,38	2720,82	3052,30	0,82
22	7,65	2760	2972,19	2760,47	2965,28	0,47
23	8,35	2800	2912,73	2800,17	2908,56	0,17
24	8,7	2883	2883,00	2883,00	2883,00	0,00

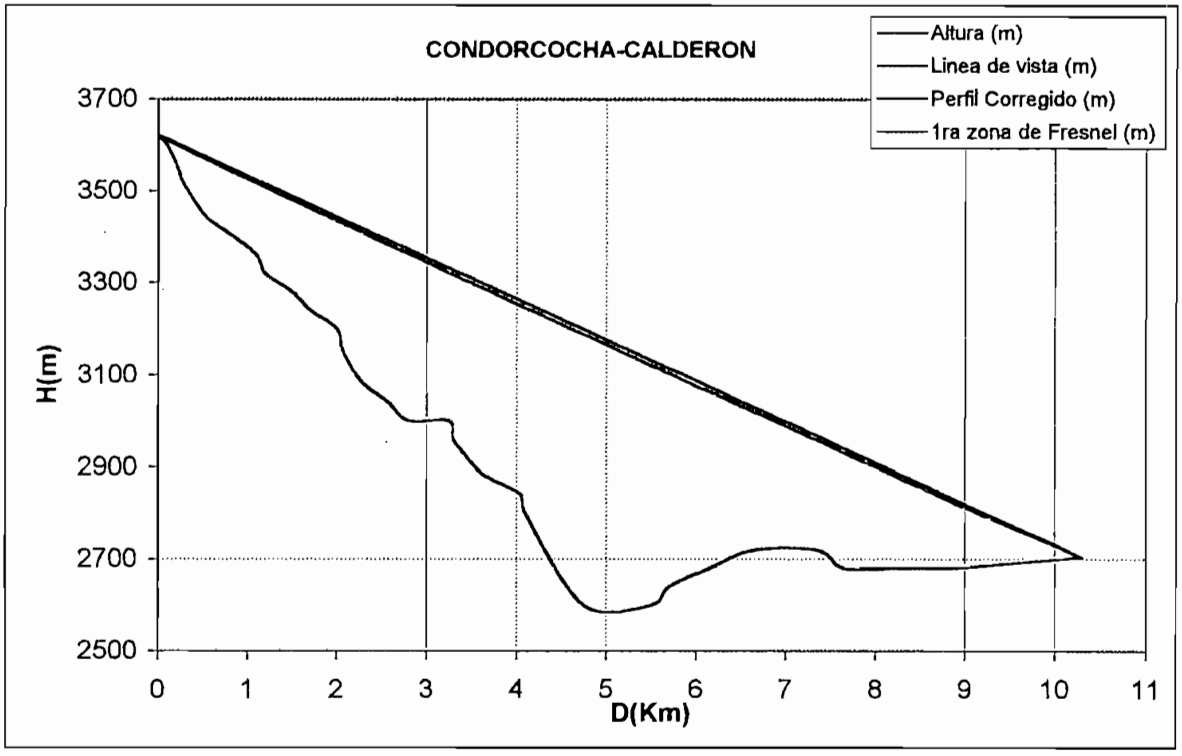
4.4.6.- BALANCE DEL SISTEMA EN EL ENLACE ENTRE CONDORCOCHA Y CALDERON.

PUNTO A		PUNTO B	
NOMBRE:	CONDORCOCHA	NOMBRE:	CALDERON
LONGITUD:	78º 29´ 04´´ W	LONGITUD:	78º 26´ 44´´ Oeste
LATITUD:	00º 02´ 02´´ S	LATITUD:	00º 06´ 25´´ Sur
ALTURA:	3602 [m.s.n.m]	ALTURA:	2685 [m.s.n.m]
TORRE:	20 [m]	TORRE:	20 [m]
AZIMUT:	138º	AZIMUT:	318º

Frecuencia:	5,8GHz	
Ancho de banda del canal	125MHz	
Potencia de transmisión	500mW	27dBm
Distancia:	10,3Km	
Ganancia de la antena de Tx:	28,1dB	
Ganancia de la antena de Rx:	28,1dB	
Umbral de recepción:	-90dBm	

Pérdidas de transmisión

Línea de transmisión	0,055dB/m	R 70
Longitud de la línea de transmisión	20m	
Pérdida del branching	1dB	
Pérdida por apuntamiento	1dB	
Atenuación por espacio libre	-127,93dB	
Potencia de entrada al receptor	-49,94dBm	
Margen de desvanecimiento	40,06dB	
Confiabilidad	99,99%	
Sistema fuera de servicio en el año	93210,94seg	
Ganancia de sistema	116,99dB	
FM	0,81dB	
Ganancia de sistema >	75,64	



N.-	Distancia (Km)	Altura (m)	Línea de vista (m)	Perfil Corregido (m)	1ra zona de Fresnel (m)	Corrección (m)
1	0	3622	3622,00	3622,00	3622,00	0,00
2	0,1	3600	3613,10	3600,06	3610,83	0,06
3	0,2	3560	3604,19	3560,12	3601,01	0,12
4	0,275	3520	3597,52	3520,16	3593,80	0,16
5	0,4	3480	3586,39	3480,23	3581,93	0,23
6	0,55	3440	3573,03	3440,32	3567,84	0,32
7	0,85	3400	3546,33	3400,47	3539,97	0,47

8	1,1	3360	3524,07	3360,60	3516,94	0,60
9	1,2	3320	3515,17	3320,64	3507,76	0,64
10	1,5	3280	3488,46	3280,78	3480,31	0,78
11	1,7	3240	3470,65	3240,86	3462,08	0,86
12	2	3200	3443,94	3200,98	3434,81	0,98
13	2,05	3160	3439,49	3161,00	3430,27	1,00
14	2,15	3120	3430,59	3121,03	3421,21	1,03
15	2,3	3080	3417,23	3081,08	3407,62	1,08
16	2,575	3040	3392,75	3041,17	3382,76	1,17
17	2,8	3000	3372,72	3001,24	3362,45	1,24
18	3,25	3000	3332,66	3001,35	3321,93	1,35
19	3,3	2960	3328,20	2961,36	3317,43	1,36
20	3,45	2920	3314,85	2921,39	3303,96	1,39
21	3,65	2880	3297,04	2881,43	3286,00	1,43
22	4,05	2840	3261,43	2841,49	3250,16	1,49
23	4,1	2800	3256,98	2801,50	3245,68	1,50
24	4,75	2600	3199,11	2601,55	3187,61	1,55
25	5,5	2600	3132,34	2601,55	3120,83	1,55
26	5,7	2640	3114,53	2641,54	3103,06	1,54
27	6,15	2680	3074,47	2681,50	3063,15	1,50
28	6,65	2720	3029,96	2721,43	3018,92	1,43
29	7,35	2720	2967,64	2721,28	2957,20	1,28
30	7,65	2680	2940,93	2681,19	2930,84	1,19
31	8,15	2680	2896,41	2681,03	2887,03	1,03
32	8,7	2680	2847,45	2680,82	2839,09	0,82
32	8,85	2680	2834,09	2680,76	2826,06	0,76
33	10,3	2705	2705,00	2705,00	2705,00	0,00

4.4.7.- BALANCE DEL SISTEMA EN EL ENLACE ENTRE CONDORLOMA Y CAYAMBE.

PUNTO A

NOMBRE: CONDORLOMA

LONGITUD: 78° 12´12´´ W

LATITUD: 00° 01´ 04´´ S

ALTURA: 3046 [m.s.n.m]

TORRE: 20 [m]

AZIMUT: 57°

PUNTO B

NOMBRE: CAYAMBE

LONGITUD: 78° 09´ 49´´ Oeste

LATITUD: 00° 00´ 39´´ Norte

ALTURA: 2718 [m.s.n.m]

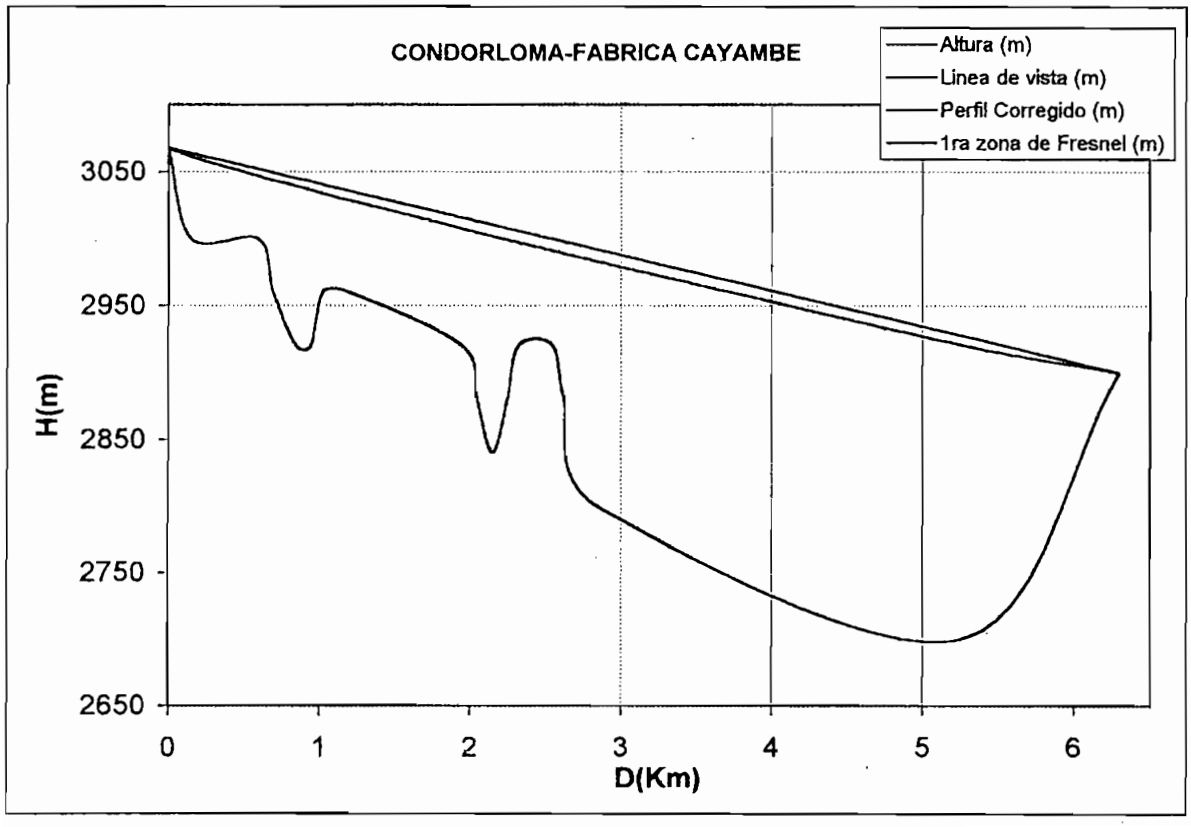
TORRE: 20 [m]

AZIMUT: 237°

Frecuencia:	5,8GHz	
Ancho de banda del canal	125MHz	
Potencia de transmisión	500mW	27dBm
Distancia:	6,3Km	

Ganancia de la antena de Tx:	28,1dB	
Ganancia de la antena de Rx:	28,1dB	
Umbral de recepción:	-90dBm	
Pérdidas de transmisión		
Línea de transmisión	0,055dB/m	R 70
Longitud de la línea de transmisión	20m	
Pérdida del branching	1dB	
Pérdida por apuntamiento	1dB	
Atenuación por espacio libre	-123,65dB	
Potencia de entrada al receptor	-45,66dBm	
Margen de desvanecimiento	54,33dB	
Confiabilidad	99,996%	
Sistema fuera de servicio en el año	34872,81seg	
Ganancia de sistema	116,99dB	
FM	-1.32dB	

Ganancia de sistema > 69,23421719



N.-	Distancia	Altura	Línea de vista	Perfil Corregido	1ra zona de Fresnel	Corrección
	(Km)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
1	0	3068	3068,00	3068,00	3068,00	0,00
2	0,15	3000	3064,00	3000,05	3061,25	0,05
3	0,6	3000	3052,00	3000,20	3046,70	0,20
4	0,7	2960	3049,33	2960,23	3043,66	0,23
5	0,85	2920	3045,33	2920,27	3039,17	0,27
6	0,95	2920	3042,67	2920,30	3036,21	0,30
7	1,025	2960	3040,67	2960,32	3034,00	0,32
8	1,2	2960	3036,00	2960,36	3028,91	0,36
9	1,95	2920	3016,00	2920,50	3007,65	0,50
10	2,05	2880	3013,33	2880,51	3004,88	0,51
11	2,15	2840	3010,67	2840,53	3002,11	0,53
12	2,25	2880	3008,00	2880,54	2999,35	0,54
13	2,325	2920	3006,00	2920,54	2997,29	0,54
14	2,55	2920	3000,00	2920,56	2991,14	0,56
15	2,625	2880	2998,00	2880,57	2989,10	0,57
16	2,85	2800	2992,00	2800,58	2983,02	0,58
17	5,25	2700	2928,00	2700,32	2921,27	0,32
18	6,3	2900	2900,00	2900,00	2900,00	0,00

4.5.- CONFIGURACION DE LA RED.

La banda de frecuencia seleccionada es la de 5.8 GHz, la elección se la realizó con el objetivo de alcanzar una velocidad de transmisión rápida y eficiente, la misma que será otorgada por los aparatos a emplearse, en éste caso, la velocidad de transmisión dada para sistemas que trabajan en esta banda de frecuencias está por sobre los 40 Mbits/s, mientras que para la banda de los 2.4 GHz es de máximo 11 Mbits/s. Hay que anotar, que con esta banda de frecuencias se tienen mayores pérdidas en comparación con la banda de 2.4 GHz, pero en el cálculo del desempeño se tienen los mismos problemas tanto en la banda de 2.4 GHz como en la de 5.8 GHz.

Otro aspecto muy importante para el subsistema de comunicaciones móviles es la necesidad de usar antenas omnidireccionales de mayor ganancia para poder tener mayor cobertura, ya que según la norma del registro oficial N.- 215 del CONATEL, para la banda de frecuencia de 2.4 GHz, la ganancia de las antenas a ser utilizadas es de máximo 6 dBi, mientras que para la banda de los 5.8 GHz se

pueden emplear antenas con ganancias mayores a 6 dBi, (en éste proyecto la ganancia de la antena es de 12 dBi), por lo tanto la elección de tener mayor velocidad de transmisión y una conveniente área de cobertura se ve justificada.

Hay que tomar en cuenta, que la red a diseñarse es una interconexión de redes LAN, para formar una red WAN, que cubrirá a Quito, Calderón y Guachala Cayambe. Dentro de lo que son las redes LAN hay que considerar todos sus componentes, entre ellos tenemos:

- Servidores.- Los servidores, son las computadoras de gran capacidad de procesamiento y almacenamiento, en las cuales se encuentran almacenados los programas y datos que se desean compartir.

- Backbone.- Es el segmento de la red en él cual se encuentran conectados los concentradores y servidores de la red.

- Concentrador o HUB.- Estos son elementos que concentran el cableado de la red, además permiten incorporar más usuarios de la red así como de aumentar los servidores, mediante los cuales se permite una mejor administración de las conexiones.

- Estaciones de trabajo.- Son las computadoras de los usuarios que hacen uso de las facilidades y servicios que presta la red.

- Tarjetas NIC.- Son las tarjetas adaptadoras de red, son los dispositivos que se instalan en los equipos que se conectan a la red, gracias a los cuales se garantiza la conexión lógica y física, éstas tarjetas requieren de drivers de software.

- Hardware a ser compartido.- En lo referente al hardware, son todas las impresoras, plotters, scanners, los cuales van ha ser compartidos por todos los usuarios de red, los mismos que pueden estar conectados al servidor, a las estaciones de trabajo o pueden ser conectadas directamente a la red mediante

las tarjetas NIC.

- Sistema operativo de red.- Es el software que se ejecuta en los servidores de la red y sirve para controlar todos los recursos del sistema y el procesamiento de la información de toda la red.

- Redirector o Shell.- Es la contraparte del sistema operativo que se ejecuta en las estaciones de trabajo, es software, mediante él se determina si los requerimientos de la aplicación deben ser manejados por el sistema operativo local o deben ser manejados por el sistema operativo de red.

- Drivers de las tarjetas de red.- Son elementos de software, específicos de cada tarjeta, los cuales se encuentran instalados en las estaciones de trabajo, éstos drivers se comunican con las tarjetas de red enviándoles la información encapsulada en la trama MAC específica a ser utilizada.

4.5.1.- CONSIDERACIONES GENERALES.

La red inalámbrica que dará servicio a la empresa Molinos la Unión, se la diseña en base a la norma establecida por el CONATEL, norma que se encuentra en el registro oficial N.- 215 cuyo título es: " Norma para la implementación y operación de sistemas de espectro ensanchado ", la misma que se presenta en el anexo 2. Con base en la norma, las características del sistema son :

1. **Clase de sistema a operar:** Secuencia Directa.
2. **Sistema:** Privado, punto a multipunto y móvil.
3. **Banda de frecuencias a utilizar:** 5.725 – 5.850 MHz.

En la red inalámbrica en lo concerniente a ser un sistema privado punto a multipunto, la estación central 1 está en Quito (sector del Aereopuerto), mientras que la estación 2 es la fábrica en Calderón y la estación 3 es la planta en Cayambe (Guachala).

Debido a que entre las oficinas en Quito y la fábrica en Calderón no se tenía línea de vista se utilizará un repetidor ubicado en el cerro Condorcocha y para la comunicación con la estación 3 se utilizará un repetidor ubicado en el cerro Cóndor Loma debido a que la distancia existente entre la estación central 1 y la estación 3 presenta muchas pérdidas para éste tipo de sistemas que utilizan espectro ensanchado, todo el estudio se realizó en los numerales 4.4.4 al numeral 4.4.7.

Esta red servirá para la interconexión de las redes implementadas en la empresa Molinos la Unión, que son del tipo Ethernet, 10 Base T, por lo que, los sistemas elegidos para ser utilizados como repetidores, deben ser compatibles con este tipo de redes.

En el capítulo 2 en lo referente a las redes inalámbricas, se estableció que éste tipo de redes son compatibles con las redes IEEE 802.3, ya que tanto la una como la otra, presentan características muy similares, hay que recordar que éstas redes definen características de la capa física y la subcapa MAC, por lo que deja a libre elección el resto de capas superiores a ser utilizadas.

La arquitectura de red a ser implementada será TCP/IP, con lo que sobre la subcapa MAC de la capa enlace se debe establecer lo necesario para que mediante la subcapa LLC, se pueda establecer la comunicación entre la capa red (capa IP) y la capa física, mediante la cual se utilizará además de transmitir datos, para la transmisión de la voz e imagen (opcional).

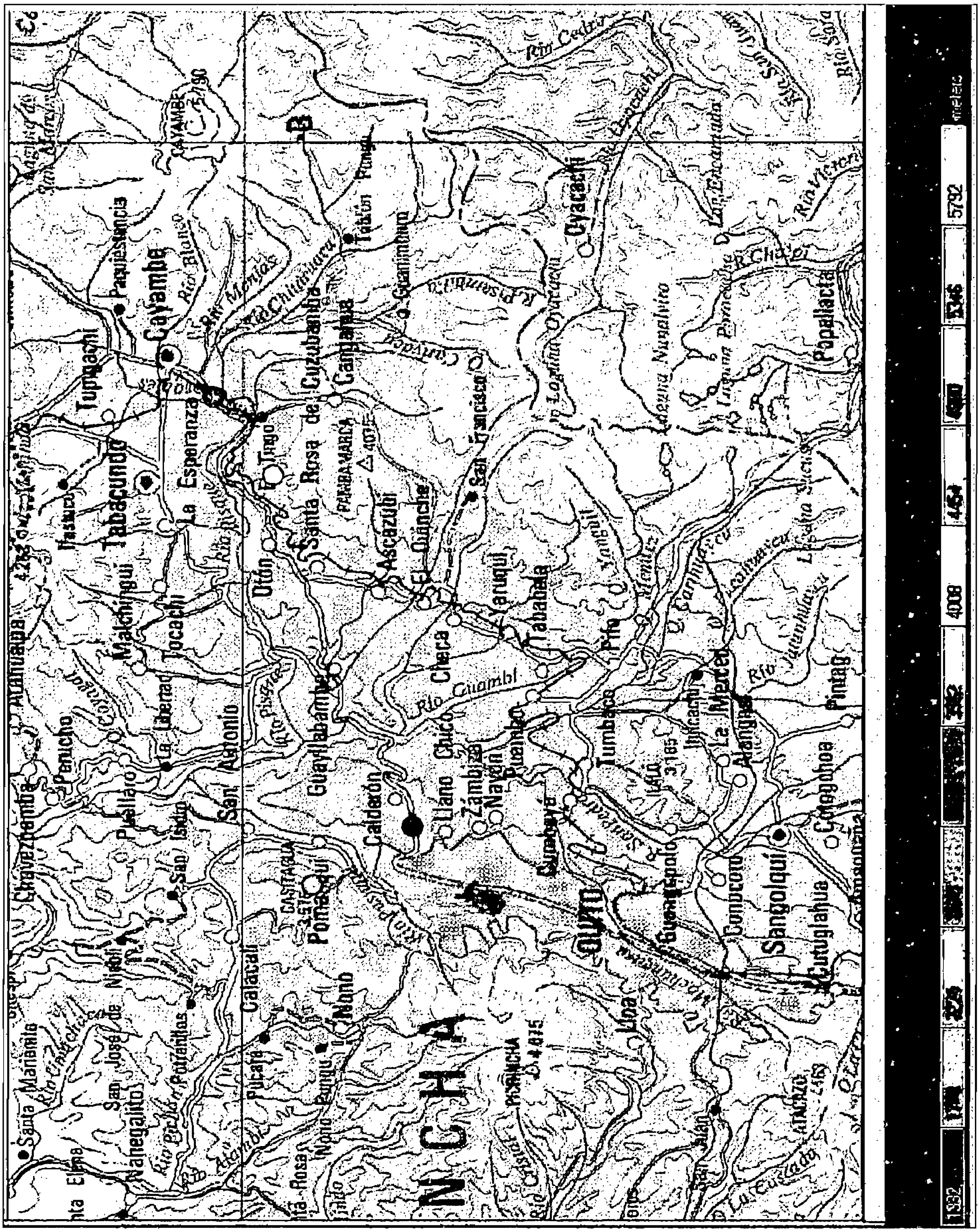
Para tener portatibilidad y movilidad dentro de las estaciones, central 1, 2 y 3 , se utilizarán varias estaciones base (APs) con la finalidad de tener cubiertas de manera adecuada todas las áreas de las oficinas, la fábrica y la planta de la empresa Molinos la Unión.

En lo referente al sistema privado móvil, para establecer cuantas estaciones base se requieren, previamente se realizará un estudio en el caso de tener 3 estaciones base, cada una de ellas ubicadas en los sitios donde opera la empresa

Molinos la Unión, como son las oficinas en Quito (estación base A), la fábrica en Calderón (estación base B) y la planta en Cayambe (estación base C), ya que con ello se va a tener cobertura en un área adecuada con las condiciones y características requeridas, mediante la utilización de antenas omnidireccionales.

Se entiende por cobertura, el área dentro de la cual se tienen las condiciones necesarias para mantener las comunicaciones.

La red quedaría establecida entre los puntos que nos presenta el siguiente mapa.



● Oficinas Quito

● Planta Calderón

● Planta Cayambe

◉ Repetidora Condorcocha

◎ Repetidora Cóndor Loma

Fig. 4. 6

Ubicación de las estaciones y repetidoras en el mapa.

4.5.2.- DISEÑO DEL SISTEMA PRIVADO PUNTO A MULTIPUNTO.

En el diseño del sistema privado punto a multipunto se consideran los siguientes aspectos:

Estación Central 1.- Quito, Avenida 10 de Agosto N44-339, El Labrador.
Estación 2.- Quito, sector Calderón.
Estación 3.- Cayambe, La Unión s/n, sector Guachala.

Estación repetidora 1.- Cerro Condorcocha.
Estación repetidora 2.- Cerro Cóndor Loma.

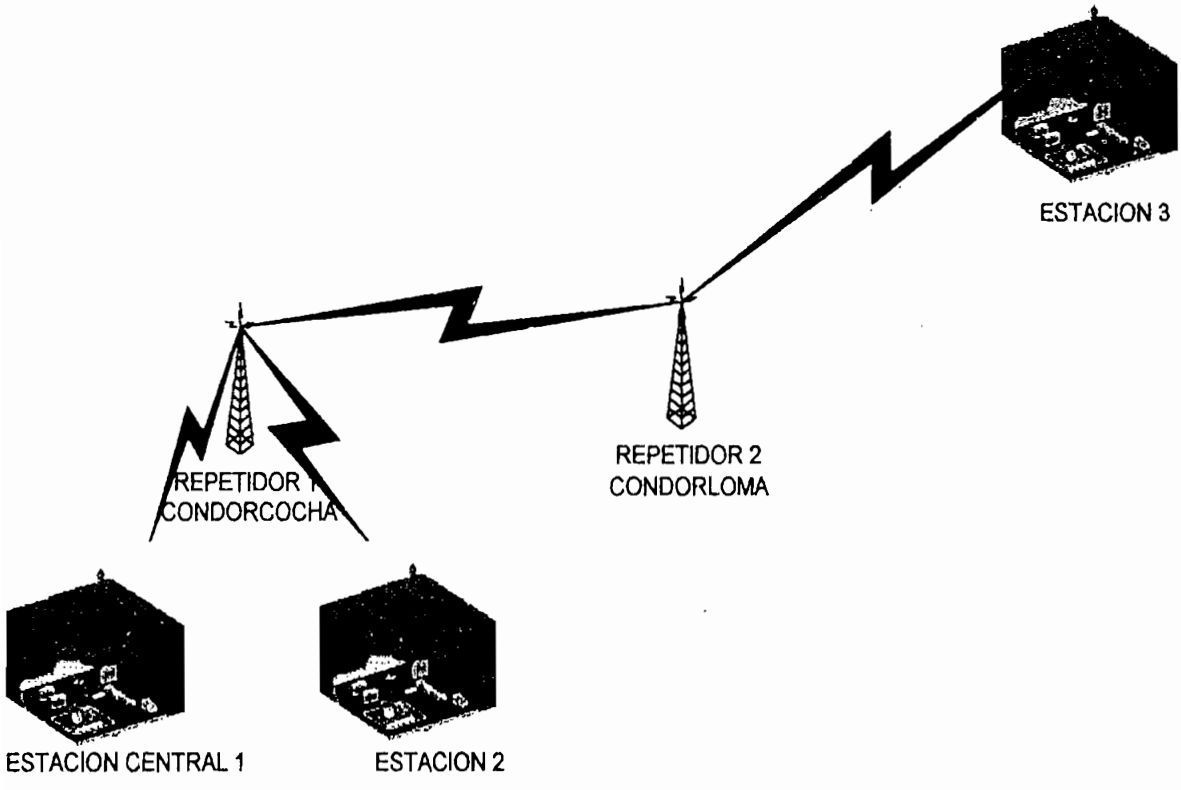


Fig. 4.7

Diagrama de configuración de la Red Inalámbrica del Servicio Privado Punto a Multipunto para Molinos la Unión.

4.5.2.1.- Configuración Punto a Multipunto.

Estación central 1: Quito, Avenida 10 de Agosto N44-339, El Labrador.

Coordenadas Geográficas:	00° 09´ 30´´	Sur	Latitud
	78° 29´ 08´´	Oeste	Longitud
Altura del suelo sobre el nivel del mar:	2863	metros	
Altura de la antena sobre el suelo:	20	metros	
P.I.R.E:	55.1	dBm	
Potencia máxima de salida:	1	vatio	
Sensibilidad del receptor:	-90	dBm	
Ganancia de la antena:	28.1	dBi	

Estación 2: Quito, sector Calderón.

Coordenadas Geográficas:	00° 06´ 25´´	Sur	Latitud
	78° 26´ 44´´	Oeste	Longitud
Altura del suelo sobre el nivel del mar:	2685	metros	
Altura de la antena sobre el suelo:	20	metros	
P.I.R.E:	55.1	dBm	
Potencia máxima de salida:	1	vatio	
Sensibilidad del receptor:	-90	dBm	
Ganancia de la antena:	28.1	dBi	

Estación 3: Cayambe, La Unión s/n , sector Guachala.

Coordenadas Geográficas:	00° 00´ 39´´	Norte	Latitud
	78° 09´ 49´´	Oeste	Longitud
Altura del suelo sobre el nivel del mar:	2718	metros	
Altura de la antena sobre el suelo:	20	metros	
P.I.R.E:	55.1	dBm	
Potencia máxima de salida:	1	vatio	
Sensibilidad del receptor:	-90	dBm	
Ganancia de la antena:	28.1	dBi	

Estación repetidora 1: Cerro Condorcocha.

Coordenadas Geográficas:	00° 02´ 02´´	Sur	Latitud
	78° 29´ 04´´	Oeste	Longitud
Altura del suelo sobre el nivel del mar:	3602	metros	
Altura de la antena sobre el suelo:	20	metros	
P.I.R.E:	63.5	dBm	
Potencia máxima de salida:	1	vatio	
Sensibilidad del receptor:	-90	dBm	
Ganancia de la antena:	33,5	dBi	

Estación repetidora 2: Cerro Cóndor Loma.

Coordenadas Geográficas:	00° 01´ 04´´	Sur	Latitud
	78° 12´ 12´´	Oeste	Longitud
Altura del suelo sobre el nivel del mar:	3048	metros	
Altura de la antena sobre el suelo:	20	metros	
P.I.R.E:	63.1	dBm	
Potencia máxima de salida:	1	vatio	
Sensibilidad del receptor:	-90	dBm	
Ganancia de la antena:	33,5	dBi	

Se emplearán en las estaciones repetidoras, repetidores activos, un equipo para Tx y otro para Rx, por lo que el reuso de frecuencias es muy alto, para ello, se utilizará diferente polarización de las antenas, entre Quito y Condorcocha, polarización horizontal, entre Calderón y Condorcoha, polarización vertical, entre las estaciones repetidoras, polarización vertical y entre Cóndor Loma y Cayambe, polarización horizontal.

Las redes Ethernet y las redes IEEE 802.3 son compatibles, pero no iguales, son compatibles con las redes 802.11, 802.11a y 802.11b del IEEE y HIPERLAN tipo 1 y 2 de ETSI. Las redes implementadas en la empresa Molinos la Unión, como ya se mencionó anteriormente son del tipo Ethernet (10 Base T).

Las características de las redes Ethernet 10 Base T son las siguientes:

- La velocidad de transmisión es de 10 Mbits/s.
- La topología utilizada es tipo estrella.
- Se emplea 2 pares de cable UTP por cada DTE* conectado a la red.
- La estaciones de trabajo se conectan a la red mediante un concentrador de cableado (HUB) a través de interfaces RJ 45.
- Se pueden tener un máximo de 1024 estaciones en la red, a través de conexiones en cascada.
- La distancia máxima entre un HUB y una estación de trabajo es de 100 m y la distancia mínima es de 0.6 m.
- Se provee compatibilidad con sistemas 10 Base 5 y 10 Base 2 mediante la utilización de transceivers.
- Entre 2 estaciones no puede existir más de 4 repetidores (HUBs).
- Utilizan cable categoría 3, con posible utilización de cable categoría 5, gracias al cual se podría acceder a tener un crecimiento futuro que acepta tecnologías de transmisión más rápida como lo es de 100 Mbits/s.

Para una adecuada cobertura dentro de las estaciones se consideran estaciones base (AP), para mediante ellas, las computadoras portátiles (MC o laptops) puedan tener acceso a la red, esta distribución es la siguiente:

En la estación central 1:	1 AP por piso	Total: 3 AP
En la estación 2:	1 AP por piso	Total: 1 AP
En la estación 3:	1 AP por piso	Total: 3 AP
		Total: 7 AP

Las características de los equipos utilizados como puntos de acceso se presentan en el anexo 5.

4.5.3.- DISEÑO DEL SISTEMA PRIVADO MOVIL.

La designación de las estaciones base para tener una excelente cobertura es la siguiente:

Estación base A: Quito, Avenida 10 de Agosto N44-339, El Labrador.
Estación base B: Quito, Fábrica Molinos la Unión, Calderón.
Estación base C: Cayambe, Planta Molinos la Unión, Guachala.

Se deben emplear APs en cada estación base (A, B y C), a las cuales se les conectará una antena omnidireccional de ganancia superior a 6 dBi (de acuerdo con lo establecido a la norma para la implementación y operación de sistemas de espectro ensanchado), la antena debe presentar las características necesarias para tener BSA (áreas básicas de servicio), similar a las celdas en celulares, sin mayor interferencia, con estas características, se seleccionó las antenas cuyas especificaciones se presentan en el anexo 5.

A continuación se presenta un esquema del servicio privado móvil.

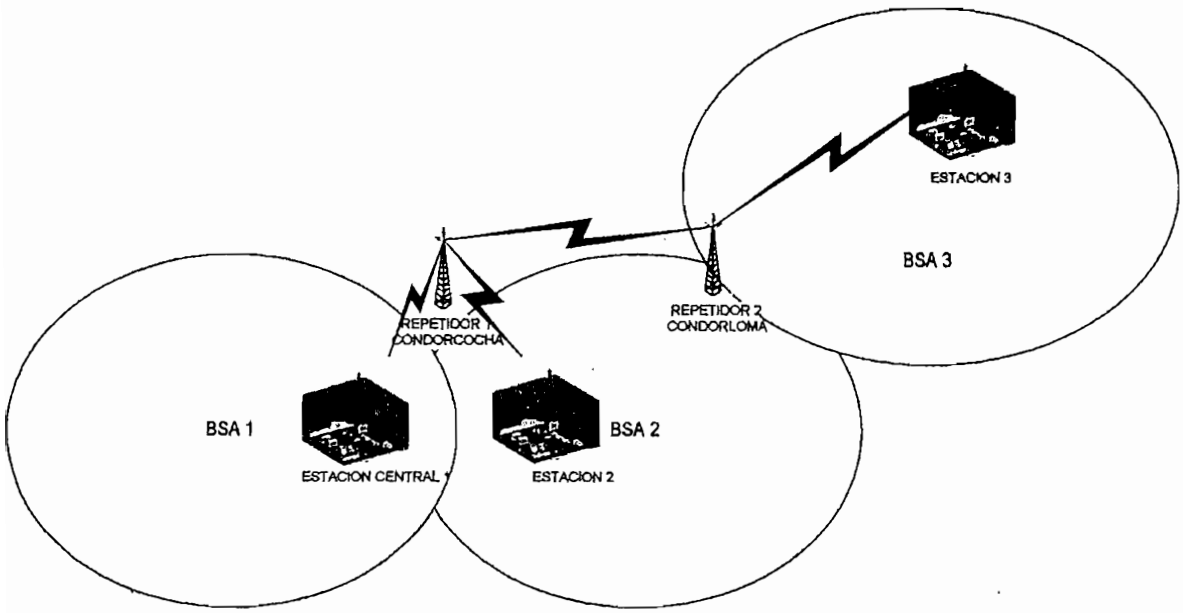


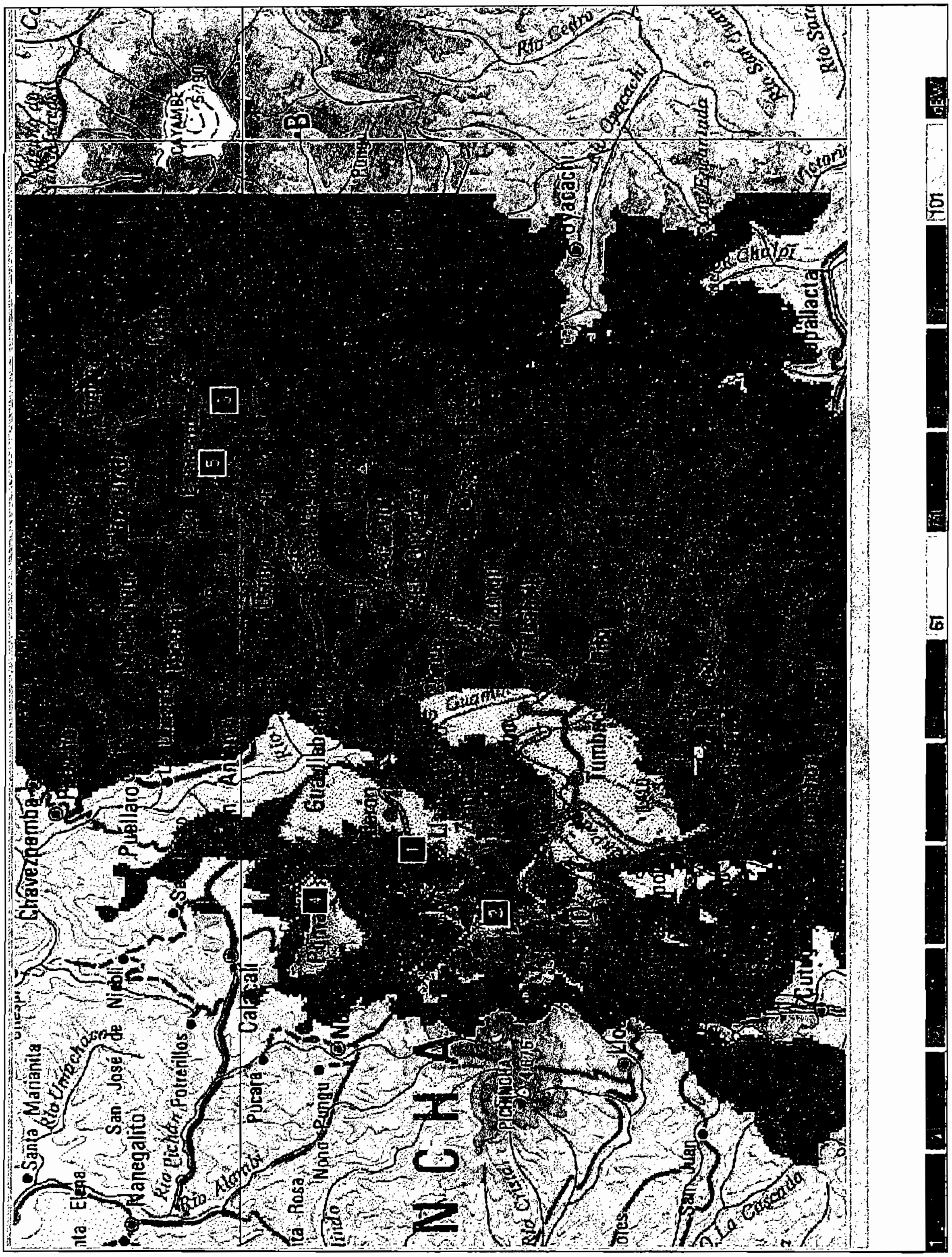
Fig. 4.8
Diagrama de configuración de la Red Inalámbrica del Servicio Privado Móvil para Molinos la Unión

4.5.3.1.- Configuración Móvil.

Con las consideraciones realizadas en el punto 4.5.3, se realiza mediante el programa ICS TELECOM V5 de la Superintendencia de Telecomunicaciones, el gráfico de las áreas básicas de servicio (BSA).

Para poder obtener los resultados que se requieren, se introducen los siguientes parámetros:

- Coordenadas geográficas de las estaciones base.
- Potencia de transmisión (500 mW)
- Frecuencia de operación (5.8 GHz)
- Altura de la antena (20 m)
- Ganancia de la antena transmisora (12 dBi)
- Ganancia de la antena receptora (1 dBi)
- Pérdidas en los alimentadores (1.1 dB)
- Configuración de la antena y lóbulo de radiación (omnidireccional)
- Algoritmo de predicción de coberturas



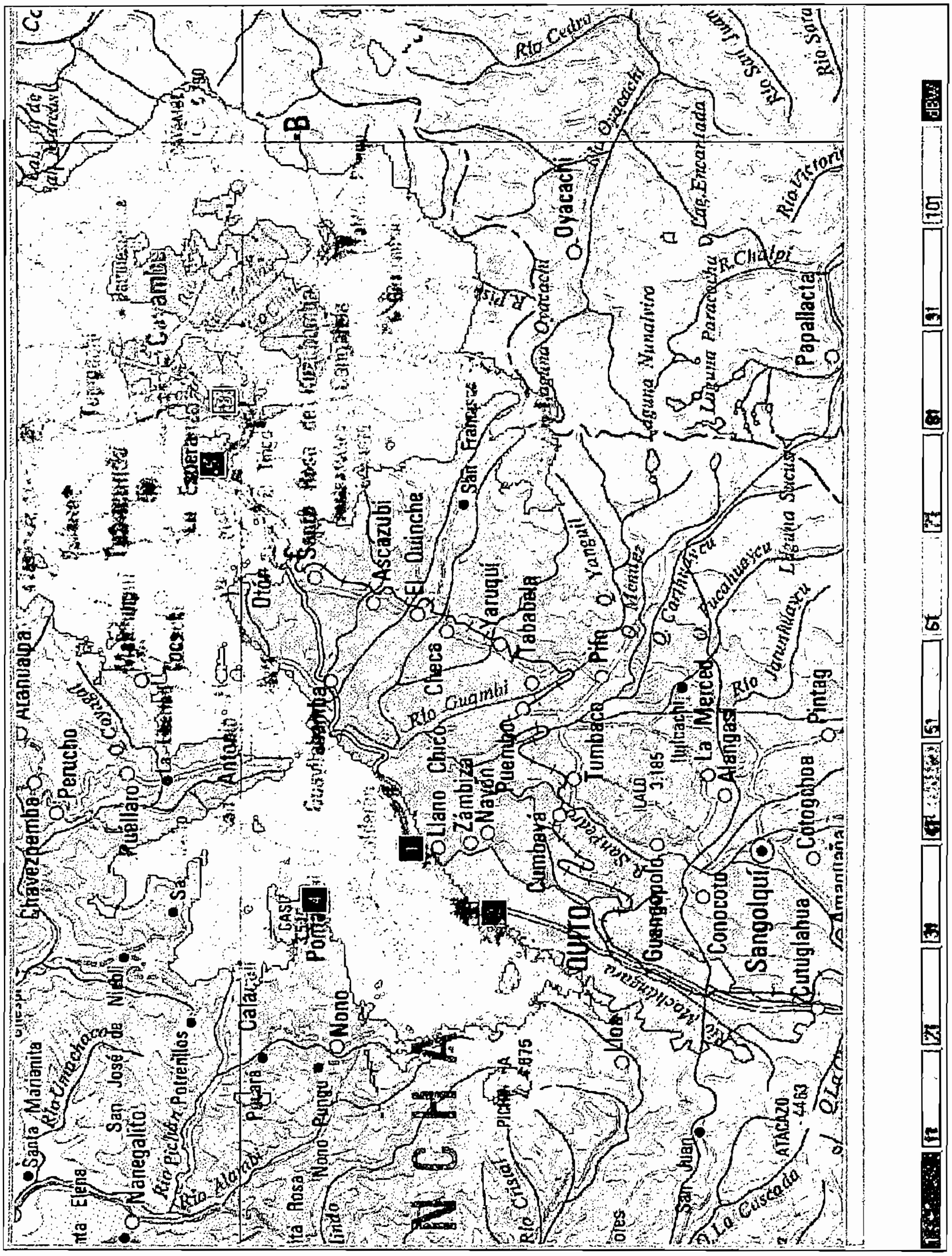
10 Km

Fig. 4.9

Cobertura de la estación base A en dBW (Quito).

Fig. 4.10

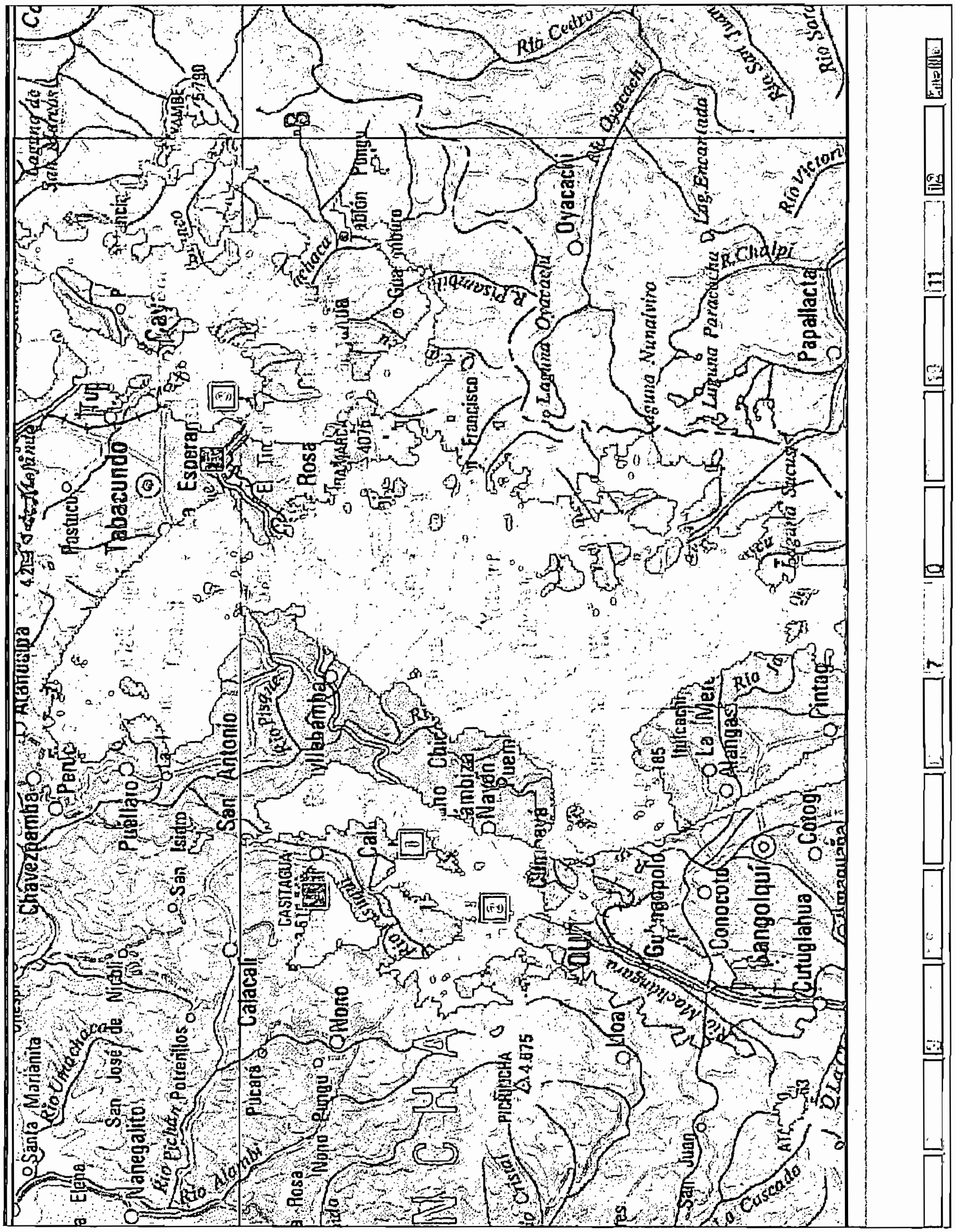
Cobertura de la estación base B en dBW (Calderón).



10 Km

Fig. 4.11

Cobertura de la estación base C en dBW (Cayambe).



10 Km

Fig. 4.12

Cobertura de la estaciones base en conjunto.

De la cobertura de las estaciones en conjunto, se puede sacar como conclusión

que no es necesario tener 3 estaciones base, sino solamente 2, ya que con las estaciones base ubicadas en Quito y Cayambe, son más que suficientes para tener una muy buena cobertura de las zonas y carreteras de acceso a los lugares donde se encuentran ubicados los sitios que se desean comunicar.

A continuación se presenta un esquema del servicio privado móvil con 2 BSA solamente.

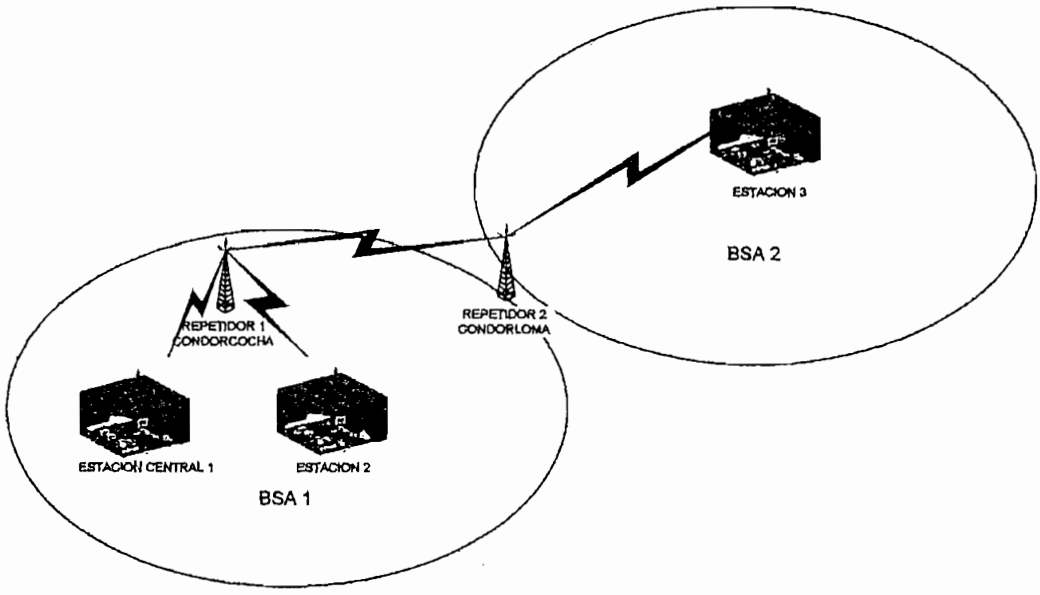


Fig. 4.13

Diagrama de configuración de la Red Inalámbrica del Servicio Privado Móvil para Molinos la Unión, con 2 BSA.

Se procede a realizar la configuración móvil, con las siguientes consideraciones:

Estación base A: Quito, Avenida 10 de Agosto N44-339, El Labrador.
Estación base B: Quito, La Unión s/n, Cayambe.

A continuación se presenta el estudio de la configuración móvil y en las siguientes figuras se presentan las áreas de cobertura considerando las estaciones base A y B.

Estación base A: Quito, Avenida 10 de Agosto N44-339, El Labrador.

Coordenadas Geográficas:	00° 09´ 30´´ Sur	Latitud
	78° 29´ 08´´ Oeste	Longitud
Altura del suelo sobre el nivel del mar:	2863	metros
Altura de la antena sobre el suelo:	20	metros
P.I.R.E:	39	dBm
Potencia máxima de salida:	1	vatio
Sensibilidad del receptor:	-90	dBm
Ganancia de la antena:	12	dBi
Superficie del área a cubrir:	aprox. 400 a 600	Km^2
Localidades a cubrir:	Quito, Calderón	

Estación base B: Cayambe, La Unión s/n , sector Guachala.

Coordenadas Geográficas:	00° 00´ 39´´ Norte	Latitud
	78° 09´ 49´´ Oeste	Longitud
Altura del suelo sobre el nivel del mar:	2718	metros
Altura de la antena sobre el suelo:	20	metros
P.I.R.E:	39	dBm
Potencia máxima de salida:	1	vatio
Sensibilidad del receptor:	-90	dBm
Ganancia de la antena:	12	dBi
Superficie del área a cubrir:	aprox. 400 a 600	Km^2
Localidades a cubrir:	Guachala, La Unión	

Características de las estaciones móviles.

Potencia máxima de salida:	0.05	Vatios
Ganancia de la antena:	1	dBi

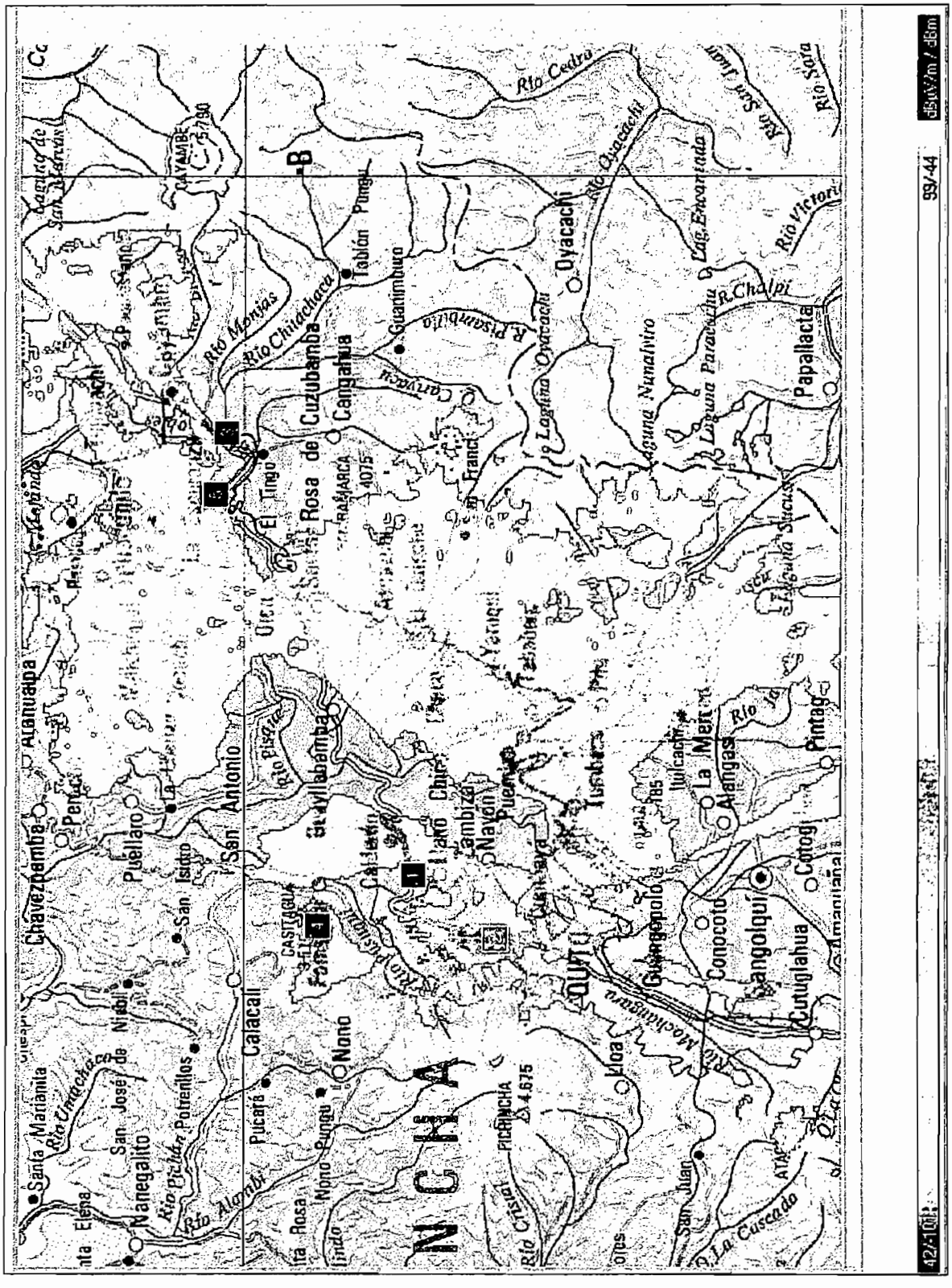


Fig. 4.14

Cobertura de la estación base A en dBμV/m

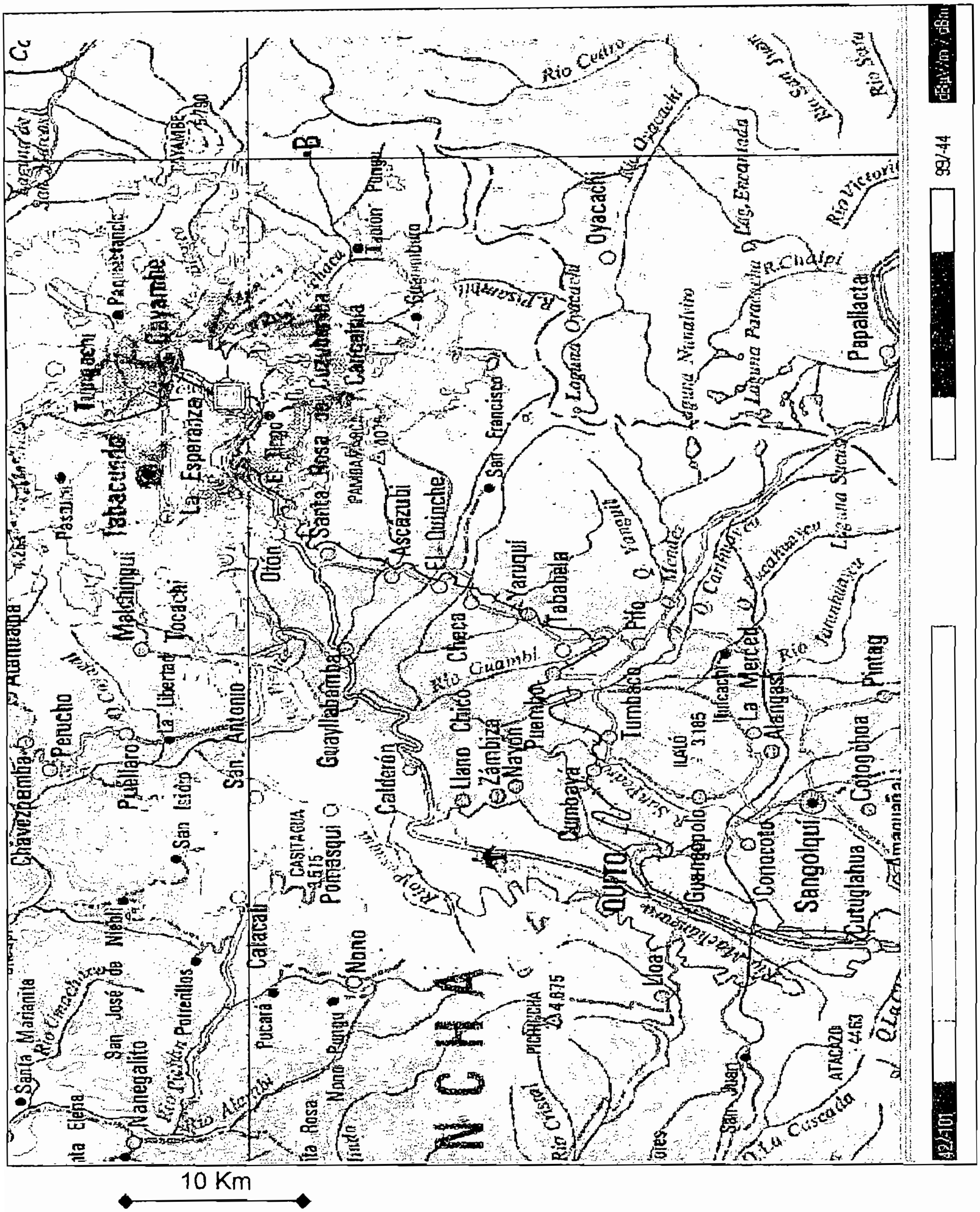
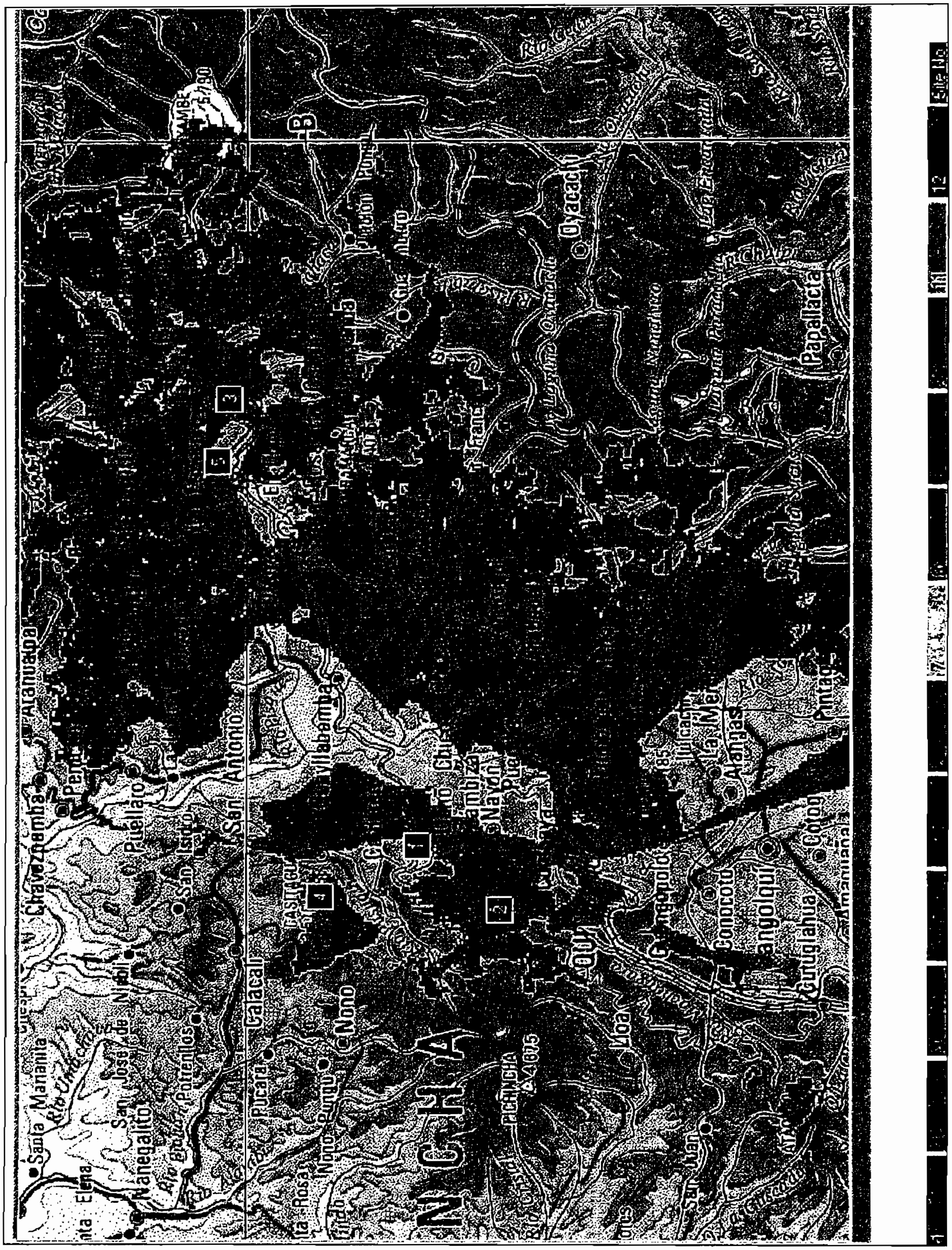


Fig. 4.15

Cobertura de la estación base B en dBµV/m



10 Km

Fig. 4.16

Cobertura considerando 2 estaciones base A(Quito), B(Cayambe)

4.6.- SERVICIOS OTORGABLES.

La red es diseñada para la transmisión de datos, pero a más de éste tipo de servicio, la red será empleada para la transmisión de voz y video, con la finalidad de utilizar de mejor manera toda su capacidad .

4.6.1.- SERVICIO DE DATOS.

La red inalámbrica, con los equipos a emplearse, alcanzan una capacidad de 44 Mbits/s, los equipos a ser utilizados emplean la técnica de secuencia directa (DSSS), la cual se emplea en su totalidad el ancho de banda. Con el fin de aprovechar de manera eficiente la capacidad que brinda la red inalámbrica, en la empresa Molinos la Unión se recomienda migrar a una red cableada de mayor capacidad, ya que la actual es de 10 Mbits/s, es decir tener una capacidad de transmisión de 100 Mbits/s y de ésta manera la parte de la red cableada no represente el cuello de botella para una transmisión eficiente.

4.6.2.- SERVICIO DE VOZ.

Con el fin de que la empresa Molinos la Unión, ahorre dinero en las llamadas telefónicas dentro de su misma empresa, se empleará la red para la transmisión de voz, en la red se implementará el estándar VoIP y así tener una red privada de voz, utilizando las mismas instalaciones de la red de datos, todos los equipos seleccionados para el diseño de ésta parte de la red, están de acuerdo con el protocolo H.323, gracias al cual se puede tener un servicio de voz con QoS, sobre redes que no poseen QoS y así poder acceder a llamadas telefónicas de buena calidad.

Los equipos inalámbricos otorgan una capacidad de un E1en sus características, capacidad que será empleada para la transmisión de la voz, los equipos a emplearse, utilizan algoritmos de codificación mediante los cuales se tienen en lugar de digitalizar la voz a 64 Kbits/s, la digitalizan a 16 Kbits/s.

Gracias a ésta disminución se pueden tener 128 llamadas simultáneas por sobre la red, debiendo anotar que conforme el número de llamadas se aproxime a su máximo (128), la calidad de transmisión disminuirá.

Para poder tener acceso a la red telefónica pública conmutada (PSTN) se lo realizará mediante la central telefónica que posee la empresa Molinos la Unión.

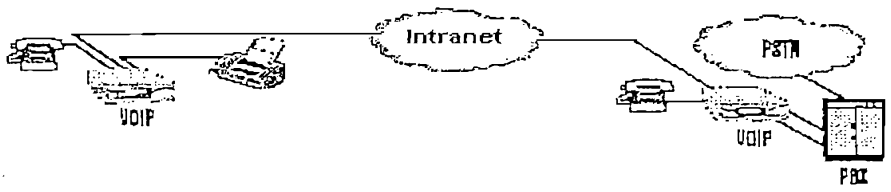


Fig. 4.17

Servicio de VoIP en Intranet y conexión con la PSTN.

4.6.3.1.- Asignación de números para los terminales VoIP.

Los equipos a emplearse tienen 4 puertos, de los cuales 3 serán para conectar aparatos telefónicos o de fax, el cuarto puerto es para la conexión con la Intranet, en todas las estaciones se conectará un puerto a una central telefónica (PBX), para lograr tener acceso a la PSTN y tener comunicaciones con el medio externo, con éstas observaciones la asignación de los números es de la siguiente manera:

En las oficinas en Quito (estación central 1), se utilizarán los números a partir del 1000.

Piso	Dirección IP	Número
1	192.168.1.38	1001 1002
2	192.168.1.100	1003 1004 1005
3	192.168.1.164 Máscara de red	1006 1007

	255.255.255.224	1008

Cuadro 4.4: Asignación de números 1.

En la fábrica en Calderón (estación 2), se utilizarán los números a partir del 2000.

Piso	Dirección IP	Número
1	192.168.2.6	2001
	Sin máscara de red	2002

Cuadro 4.5: Asignación de números 2.

En la planta en Cayambe (estación 3), se utilizarán los números a partir del 3000.

Piso	Dirección IP	Número
1	192.168.3.38	3001
		3002
2	192.168.3.100	3003
		3004
		3005
3	192.168.3.164	3006
	Máscara de red	3007
	255.255.255.224	3008

Cuadro 4.6: Asignación de números 1.

4.6.3.- SERVICIO DE VIDEO.

De igual manera la transmisión de video, la cual será un servicio opcional, se lo llevará a cabo con terminales que cumplan con el protocolo H.323, si la empresa a éste tipo de servicio lo consideraría necesario. En lo referente a una videoconferencia, para poder ser llevada a cabo, se requiere de una capacidad de un T1 o E1, por lo que al emplear éste tipo de servicio la capacidad de transmisión de datos se reducirá considerablemente conforme se lleven a cabo

una mayor cantidad de ellas, por lo que para poder tener un buen rendimiento en lo referente a transmisión de video, la empresa Molinos la Unión deberá migrar a una red cableada, por ejemplo a una red cuya capacidad sea de 100 Mbits/s.

4.6.4.- ASIGNACIÓN DE DIRECCIONES IP PARA LA RED CONJUNTA.

Las direcciones IP utilizadas son especiales, correspondientes a Intranets, para lo cual se pueden tomar las direcciones desde 192.168.0.0 a 192.168.255.255, hay que anotar que no se encuentran subneteadas las redes, en este proyecto se va a considerar 5 subredes, en lo referente a las oficinas ubicadas en Quito, todo esto debido a que se tienen 3 pisos de:

Piso	Subred	Descripción				
		Computadoras	Impresoras	Laptops	VoIP	Videoconfer.
1	1	4	2	1	1	0
2	2	8	-	-	-	-
	3		3	3	1	1
3	4	8	-	-	-	-
	5	-	3	3	1	1

Cuadro 4.7: Distribución de subredes y equipos de trabajo en las oficinas de la ciudad de Quito.

En lo que tiene que ver con la fábrica en Calderón, no hace falta subnetear ya que se cuenta con una sola red y constan de los siguientes equipos:

Piso	Computadoras	Impresoras	Laptops	VoIP	Videoconfer.
1	3	3	2	1	1

Cuadro 4.8: Distribución equipos de trabajo en Calderón.

En Cayambe se tendrá una distribución muy parecida a la realizada en las oficinas ubicadas en Quito, de la siguiente manera:

Piso	Subred	Descripción				
		Computadoras	Impresoras	Laptops	VoIP	Videoconfer.
1	1	3	2	1	1	0
2	2	6	-	-	-	-
	3		2	2	1	1
3	4	6	-	-	-	-
	5	-	2	2	1	1

Cuadro 4.9: Distribución de subredes y equipos de trabajo en Cayambe.

La interconexión de las redes ubicadas en Quito, con las de Calderón y Cayambe, se lo realizará de manera inalámbrica, como se lo analizó anteriormente, considerando a las oficinas ubicadas en Quito como la principal dentro de la red.

4.6.4.1.- División en subredes y distribución de direcciones en las oficinas en Quito.

Para la red de las oficinas en Quito, se designará las dirección: 192.168.1.0 y para tener 5 subredes la máscara: 255.255.255.224 (con ésta máscara se tienen 6 subredes, pero se utilizarán solo 5).

En el cuadro 4.10 se muestran las direcciones de subred.

Subred	Dirección de subred
1	192.168.1.32
2	192.168.1.64
3	192.168.1.96
4	192.168.1.128
5	192.168.1.160

Cuadro 4.10: Direcciones de subredes.

La asignación de direcciones para las computadoras es la siguiente:

Subred	Desde	Hasta
1	192.168.1.33	192.168.1.36
2	192.168.1.65	192.168.1.72
4	192.168.1.129	192.168.1.136

Cuadro 4.11: Asignación de direcciones 1.

En lo que tiene que ver con las laptops la asignación de las direcciones es:

Subred	Desde	Hasta
1	192.168.1.37	-
3	192.168.1.97	192.168.1.99
5	192.168.1.161	192.168.1.163

Cuadro 4.12: Asignación de direcciones 2.

Por último para VoIP, Videoconferencia y AP, en lo referente a los APs que se encargarán de cubrir cada uno de los pisos, se eligieron 3 para con cada uno de ellos cubrir un área equivalente a cada piso y tener una cobertura adecuada y sin mayor interferencia, además se tiene un AP utilizado como estación base para la cobertura de los exteriores.

Subred	VoIP	Videoconferencia	AP (1,2,3), Est Central y Base1
1	192.168.1.38	-	192.168.1.39 **192.168.1.40** **192.168.1.41**
3	192.168.1.100	192.168.1.101	192.168.1.102
5	192.168.1.164	192.168.1.165	192.168.1.166

Cuadro 4.13: Asignación de direcciones 3.

4.6.4.2.- Distribución de direcciones en la fábrica de Calderón.

Para la red de la fábrica ubicada en Calderón, se designará las dirección: 192.168.2.0 y la máscara: 255.255.255.0.

Dirección	Computad.	Laptops	VoIP	Videoconfer.	AP (1), Est. 1
1	192.168.2.1	192.168.2.4	192.168.2.6	192.168.2.7	192.168.2.8
2	192.168.2.2	192.168.2.5	-	-	192.168.2.9
3	192.168.2.3	-	-	-	

Cuadro 4.14: Asignación de direcciones 5.

4.6.4.3.- División en subredes y distribución de direcciones en la planta de Cayambe.

Para la red ubicada en Cayambe, se designará las dirección: 192.168.3.0 y para tener 5 subredes la máscara: 255.255.255.224.

Subred	Dirección de subred
1	192.168.3.32
2	192.168.3.64
3	192.168.3.96
4	192.168.3.128
5	192.168.3.160

Cuadro 4.15: Direcciones de subredes.

La asignación de direcciones para las computadoras es la siguiente:

Subred	Desde	Hasta
1	192.168.3.33	192.168.3.35
2	192.168.3.65	192.168.3.71
4	192.168.3.129	192.168.3.136

Cuadro 4.16: Asignación de direcciones 1.

En lo que tiene que ver con las laptops la asignación de las direcciones es:

Subred	Desde	Hasta
1	192.168.3.36	-
3	192.168.3.97	192.168.3.99
5	192.168.3.161	192.168.3.163

Cuadro 4.17: Asignación de direcciones 2.

Por último para VoIP, videoconferencia y AP, al igual que en al caso de Quito se realizaron las mismas consideraciones en el caso de escoger el número de APs:

Subred	VoIP	Videoconferencia	AP (1,2,3), Est. 2 y Base 2
1	192.168.3.38	-	192.168.3.39 192.168.3.40 192.168.3.41
3	192.168.3.100	192.168.3.101	192.168.3.102
5	192.168.3.164	192.168.3.165	192.168.3.166

Cuadro 4.18: Asignación de direcciones 3.

4.7.- COSTO DE LA RED INALAMBRICA.

Para realizar el cálculo del costo de la red, se lo dividirá en dos partes, la una concerniente a lo que la empresa Dataradio debe invertir y la otra a lo referente al costo de los equipos que la empresa Molinos la Unión debería de igual forma invertir.

Para poder transmitir en ésta banda de frecuencias se debe realizar una solicitud de registro dirigida a la Secretaria Nacional de Telecomunicaciones (SNT), adjuntando el estudio de ingeniería, el registro será válido durante 5 años y se podrá realizar la renovación dentro de los 30 días anteriores a su vencimiento.

Dentro del periodo de 5 años se debe pagar los derechos para la operación de sistemas de espectro ensanchado de gran alcance, derechos que deben ser cancelados anualmente y por anticipado.

Para la empresa Molinos la Unión, los egresos por concepto de derechos está dada por la siguiente expresión:

$$IA \text{ (Imposición Anual)} = 4 \times K \times B \times NTE \text{ (USD)} \qquad \text{Ecuación 4.27}$$

Donde: K = Indice de inflación anual.
NA = Número de áreas
NTE = Número de estaciones fijas, bases y móviles y estaciones receptoras de triangulación.
B = 12 para sistemas punto a punto y punto multipunto.
B = 0,7 x NA para los sistemas móviles
B = 39 para los sistemas de radiolocalización de vehículos

En valor del IA es de:

Sistema Punto – Multipunto:

$$IA = 4 \times 0.95 \times 12 \times 5 = 228 \text{ USD}$$

Sistema Móvil: el valor de NTE mínimo es de 50 para sistemas móviles.

$$IA = 4 \times 0.95 \times 0,7 \times 2 \times 50 = 266 \text{ USD}$$

Por lo que, para poder transmitir en esta banda de frecuencias, el total es de:

$$IA = 494 \text{ USD}$$

4.7.1.- COSTO DE LOS EQUIPOS PARA DATARADIO TELECOMUNICACIONES.

La inversión de la empresa Dataradio Telecomunicaciones está en los puntos repetidores que serán colocados en los cerros elegidos y todo lo necesario para la implementación de los equipos y las antenas.

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (USD)	VALOR TOTAL (USD)
1	**Estación Repetidora** Marca: Conversant Comunications Modelo: Tsunami Potencia: 1W máximo Banda de frecuencias: 5.725-5.850 MHz Técnica de transmisión: DSSS	4	3500	14000
2	**Antena para las repetidoras** Marca: EX-1 Modelo: de plato de 4 pies de diámetro Frecuencia de operación: 5.725-5850 MHz Ganancia de la antena: 33.5 dBi	2	850	1700
3	**Antena para las estaciones** Marca: EX-1 Modelo: de plato de 2 pies de diámetro Frecuencia de operación: 5.725-5850 MHz Ganancia de la antena: 28.1 dBi	3	450	1350
	TOTAL			17050

4.7.2.- COSTO DE LOS EQUIPOS PARA MOLINOS LA UNION.

Para la empresa Molinos la Unión, la inversión a realizar sería todo lo referente para poder tener comunicaciones entre sus puntos de ubicación, así como de los equipos para la implementación de los servicios que requiere.

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (USD)	VALOR TOTAL (USD)
1	**Estaciones** Marca: Conversant Comunications Modelo: Tsunami. Potencia: 1W máximo Banda de frecuencias: 5.725-5.850 MHz	3	3500	10500
2	**Estación Base** Marca: Teletronics Modelo: WL5800 Potencia: 500 mW máximo Banda de frecuencias: 5.725-5.850 MHz	3	1060	3180
3	**Antena para la estación.** Marca: EX-1 Modelo: de plato de 2 pies de diámetro Frecuencia de operación: 5.725-5850 MHz Ganancia de la antena: 28.1 dBi	3	450	1350
4	**Antena para la estación base** Marca: Telex Wireless Antennas Modelo: 5830AA Frecuencia de operación: 5725-5850 Ganancia de la antena: 15 dBi Omnidireccional.	3	450	1350

5	**Puntos de acceso** Marca: Teletronics Modelo: AP WL5800-5 DS Potencia: 500 mW máximo Frecuencia de operación: 5.725- 5850 MHz	7	1060	7420
6	**Terminal VoIP** Marca: Multitech Modelo: Multivoip MVP800	5	4000	20000
	TOTAL			**43800**

4.8.- ESTUDIO DE LOS POSIBLES NUEVOS CLIENTES Y DE LA PROPOSICION DE AMPLIACIÓN DE LA RED.

Con la realización del proyecto, se puede tener una visión de que existe un amplio mercado, no explotado, en el país; como son las comunicaciones de datos, voz y video a través de redes inalámbricas, las cuales presentan características muy importantes, como la facilidad que prestan para la movilidad y portatibilidad de sus usuarios, así como de su confiabilidad.

Es por esto que la empresa Dataradio Telecomunicaciones, empezó este proyecto, como el inicio de una larga cadena de nuevos proyectos para la implementación de redes inalámbricas en otras empresas.

Entre las posibles empresas que podrían estar en la capacidad de requerir sus servicios serían:

En la región de Cayambe, los potenciales nuevos clientes serían todas las floristerías que se encuentran en este sector, ya que tener comunicaciones de

datos desde sus plantaciones hacia sus puntos de venta sería muy beneficioso, ya que podrían contar con todos los beneficios que éste tipo de redes prestan.

Entre los principales floricultores tenemos a:

- Flores del Cayambe
- Santa Lucía
- Flores del Río Ecuador
- Floralworld
- Florecal
- Floreloy
- Flores del Rocío
- Mololem Gardens.

A más de la flores, la región de Cayambe es una de las primeras zonas en lo referente a los productos lácteos, por lo que algunas de estas empresas podrían requerir de una red de datos con todos los beneficios presentados anteriormente.

Entre las principales empresas de productos lácteos tenemos:

- DULAC´S Cía Ltda
- Industrias lácteas Durán e Hijos
- Productos González
- Productos lácteos Valencia.

Con respecto a otras regiones, tenemos a ciertas empresas como:

Empresa	Red de datos	Número oficinas	Ubicación
ANETA	no	11	Quito Guayaquil Ambato Riobamba Cuenca Santo Domingo Tulcán Latacunga Machala Otavalo Esmeraldas
AGROFARM	no	4	Quito Guayaquil Cuenca Ambato

Con estos posibles clientes, la empresa Dataradio Telecomunicaciones deberá ampliar la red de servicio inalámbrico, colocando adecuadamente repetidores, Dataradio Telecomunicaciones tiene acceso a los sitios: Pichincha, Atacazo, Punta Rejas, Hojas, Lourdes entre otros, con lo que la factibilidad de dar servicio a las empresas mencionadas y cualquier empresa que requiera de sus servicios, está presente.

CAPITULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.- COMENTARIOS Y CONCLUSIONES.

- Los sistemas de banda ancha son utilizados para la transferencia de grandes volúmenes de información, con lo que respecta a los sistemas de espectro ensanchado en el Ecuador, estos se encuentran ya regidos bajo la norma dictada por el CONATEL, norma publicada en el registro oficial N.- 215, todo esto debido a que el espectro radioeléctrico es un recurso natural limitado, con lo que se vio en la necesidad de emitir una norma mediante la cual se utilice el espectro radioeléctrico de una forma eficiente, todo esto con la finalidad de que el Estado Ecuatoriano no se vea perjudicado. Todo ello implicó que el diseño se lo realice cumpliendo con las disposiciones que se encuentran en dicha norma cuyo título es: ¨ Norma para la Implementación y Operación de Sistemas de Espectro Ensanchado ¨.

- En el cálculo de los radioenlaces se utilizó el modelo de propagación de línea de vista, por lo que la visibilidad directa entre los puntos de interconexión es imprescindible, debiéndose asegurar que por lo menos el 60% de la primera zona de Fresnel esté libre de obstáculos, con el fin de evitar atenuaciones originados por el efecto sombra en el trayecto.

Se intentó realizar la interconexión directa entre las oficinas ubicadas en Quito con la fábrica de Calderón, pero no se tuvo línea de vista, por lo que fue necesario utilizar un repetidor.

Todos los puntos de interconexión, entre los repetidores con las oficinas, la fábrica y la planta, así como entre los repetidores, cumplen con el objetivo de tener línea de vista y completamente despejada la primera zona de Fresnel.

- Se puede concluir que existen muchas formas de incrementar el valor de la confiabilidad de un enlace entre estos podemos enumerar los siguientes:

1. Cambio de la frecuencia de trabajo.
2. Antenas de mayor ganancia tanto en transmisión como en recepción.
3. Disminución de pérdidas en el lado de transmisión como de recepción.
4. Utilización de repetidoras.
5. Utilización de la Diversidad de espacio, de frecuencia o ambos.
6. Sistemas de conmutación.
7. Mejora del umbral de recepción, disminuyendo la temperatura de operación de los equipos.
8. Cambio del trayecto.

- Para solucionar los problemas encontrados en este proyecto de los métodos de protección de los sistemas de radiofrecuencia, se utilizaron; repetidoras, equipos con mejor umbral de recepción y antenas de mayor ganancia, en lo referente al balance del enlace entre las repetidoras para cumplir con la confiabilidad del enlace en los sistemas digitales (mayor que el 99,99%), como la potencia de transmisión está limitada a 1 vatio, se emplearon antenas direccionales de ganancia de 33,5 dBi, hay que anotar que para mejorar el balance del sistema todas estas soluciones ocasionaron un gasto extra, incrementando el valor de la red.

- En lo referente a la realización del proyecto, los principales inconvenientes que se encontraron fueron, el de encontrar equipos que cumplan debidamente con los requerimientos, ya que al trabajar en la banda de frecuencias de 5,725 a

5,850 GHz, las pérdidas son mayores y la confiabilidad de éstos sistemas disminuye conforme se incremente en la distancia, por lo que la utilización de repetidoras con saltos muy grandes encarece el sistema de comunicaciones que se diseñe, para lo que se deben escoger sitios adecuados que cumplan con todos los requisitos y además tengan entre sí una distancia adecuada.

Por lo cual el trabajo de ingeniería estuvo planteado a encontrar los sitios que cumplan con los requerimientos necesarios, para que cada vano sea el adecuado. En el proyecto se encontraron varios sitios de elección, como fueron los cerros Condorcocha, Cóndor Loma y Punta Rejas, de los cuales se eligieron a los cerros Condorcocha y Cóndor Loma, la no elección del cerro Punta Rejas se debió exclusivamente a que la distancia entre el cerro Condorcocha y Cóndor Loma es menor a la distancia que existe entre Condorcocha y Punta Rejas, lo que representa menores pérdidas de propagación por espacio libre (en 1,8 dB).

- Al ser sistemas de banda ancha, los equipos presentan un umbral de recepción bajo, entre los –90 y –72 dBm, si se calcula el umbral del receptor en base a la ecuación 4.16, el umbral de recepción resulta ser de –71.9, por esta razón los equipos que se encontraron en el mercado poseen precios elevados, ya que para mejorar el umbral de recepción utilizan técnicas especiales para disminuir la temperatura de ruido.

- Las redes inalámbricas en la actualidad son una solución para empresas que requieren movilidad y portatibilidad, en sus inicios tenían problemas en lo referente a la velocidad de transmisión, problemas que han sido solucionados con el aparecimiento de técnicas de codificación y modulación. Dentro de una empresa las redes inalámbricas coexisten con las redes cableadas tradicionales, por lo que las redes inalámbricas pueden ser la parte principal o la parte complementaria de una red de comunicaciones, para este proyecto la red inalámbrica presenta una velocidad de transmisión de 44 Mbits/s por lo que el cuello de botella se presenta en la parte cableada de la red que tiene una velocidad de 10 Mbits/s.

- Con la utilización de puntos de acceso en los exteriores y la utilización de antenas omnidireccionales, con lo presentado en el capítulo 4 de las coberturas de las estaciones base, se tienen 2 áreas básicas de servicio (celdas en celular), mediante las cuales se tienen una adecuada cobertura de las zonas en las que se encuentra funcionando la empresa Molinos la Unión, ya que con las cuales es suficiente, en un principio se tenía pensado la utilización de 3 puntos de acceso (estaciones base), lo cual representaba un gasto innecesario, todo esto debido a que las áreas a cubrir son de terreno bastante irregular y el punto de acceso ubicado en Quito posee una mejor cobertura que la ubicada en Calderón.

- La voz sobre el protocolo IP (VoIP), actualménte es una manera de rebajar los costos de las llamadas para las empresas, ya sea utilizando Intranet o Internet, con lo que las llamadas resultan ser gratis, de igual forma las nuevas técnicas de codificación de la voz, permiten disminuir el ancho de banda que ocupa en la PSTN que es de 64 Kbits/s a 6, 8, 16 hasta 32 Kbits/s, con lo que si se utiliza una técnica de codificación de 16 Kbits/s, se estaría cuadruplicando la cantidad de llamadas simultáneas que se pueden realizar dentro de una misma empresa. Si se otorga una cantidad suficiente de E1 o T1, se estaría cubriendo gran cantidad de las llamadas de la empresa, con lo que se abaratan los costos por este tipo de comunicación. Hay que anotar que conforme se incremente el número de llamadas la calidad de la voz se degrada.

5.2.- RECOMENDACIONES.

- El cálculo del área de cobertura se lo realizó, utilizando el software de la Superintendencia de Telecomunicaciones (ICS TELECOM V5), éste programa posee una muy buena aproximación del área que cubren las estaciones base, por lo que se recomienda, en el momento de la implementación, realizar las mediciones correspondientes con las que se determine el área de cobertura exacta que posee la red inalámbrica y realizar las correcciones pertinentes, en los mapas de coberturas presentados en el capítulo 4.

- Como se pudo apreciar en el proyecto, en el diseño de la red, la parte cableada es el cuello de botella ya que es una red 10 Base T, cuya velocidad de transmisión es de 10 Mbits/s, por lo que para explotar de manera eficiente a la red, se recomienda a la empresa Molinos la Unión migrar a una red que posea una velocidad superior a los 90 Mbits/s que presenta la red inalámbrica, por ejemplo a una red de 100 Mbits/s.

- En el caso de las posibles empresas que podrían requerir de este servicio se debe tener en cuenta el volumen de información a transmitir, ya que si la empresa requiere del servicio de datos a una velocidad de transmisión no mayor a 11 Mbits/s, se recomienda trabajar en la banda de frecuencia de los 2.4 GHz y con esto disminuir el costo de la red, de igual forma hay que tomar en cuenta los servicios de los que requiera, ya que si las empresas requieren el servicio de datos a una velocidad superior a los 11 Mbits/s es necesario trabajar con una red en la banda de los 5.2 o 5.8 GHz, además si las empresas requieren a más de datos voz y video es recomendable trabajar en la banda de los 5.2 GHz o en la banda de 5.8 GHz, en la cual los servicios de datos, voz y video son factibles.

- Se recomienda analizar y estudiar los nuevos protocolos que están vinculados con la voz sobre IP como MPEG3, así como los otros tipos de redes inalámbricas existentes como Bluetooth, SUPERNET, WATM, WPAN, HIPERION, entre otras, como HIPERLAN está orientada a trabajar sobre ATM, se recomienda realizar el estudio de la voz sobre ATM y compararlo con el estudio realizado.

BIBLIOGRAFIA

- DIAZ, Efrén; APUNTES DEL CURSO DE PROPAGACIÓN Y ANTENAS; Escuela Politécnica Nacional; Quito-Ecuador; 2000.

- HERNANDO RABANOS, José; TRANSMISIÓN POR RADIO; Colección ETSI de Telecomunicación; Editorial Centro de Estudios Ramón Areces, S.A Madrid-España, 1993.

- Ing. HIDALGO, Pablo; COMUNICACION DIGITAL; Escuela Politécnica Nacional; Quito-Ecuador; 1999.

- Ing. HIDALGO, Pablo; TELEMATICA; Escuela Politécnica Nacional; Quito-Ecuador; 2000.

- Ing. HIDALGO, Pablo; SEMINARIO DE TCP/IP; Escuela Politécnica Nacional; Quito-Ecuador; 2000.

- htttp://www.etsi.org/hiperlan/

- htttp://www.ieee.org/802.11/

- htttp://www.wlana.com

- htttp://www.westernmultiplex.com
- htttp://www.multitech.com
- Ing. ORTEGA, Patricio; APUNTES DEL CURSO DE COMUNICACIONES INALAMBRICAS; Escuela Politécnica Nacional; Quito-Ecuador; 2001.
- Recomendación H.323 de la UIT-T
- Recomendación F-1244 de la UIT-R
- Registro Oficial # 125 de la Resolución del CONATEL-2000 sobre la Norma para la implementación y operación de sistemas de espectro ensanchado, Noviembre del 2000.

ANEXO # 1

GLOSARIO

3GPP : 3rd Generation Partnership Project

ACF : Association Control Function

ACK : Acuse de recibo

AP : Punto de acceso

ASIC - Application Specific Integrated Circuits

ATM : Modo de transferencia asíncrono (Asynchronous Transfer Mode)

Banda ISM : Banda Industrial , Científica y Médica

BB : Banda base

BCH : Broadcast channel

BRAN : Broadband Radio Access Networks

BS : Estación base

BSA : Area básica de servicio

BSS : Set de servicio básico

CAC : Channel Access and Control

CDMA : Acceso múltiple por división de código

CE : Equipos de control

CF : Libre contienda

CFP : Período libre de contienda

CL : Capa de convergencia de los datos

CL : Convergence Layer

CP : Período de contienda

Cps : Chips por segundo

CQ : Custom Queuing

CRC : Código de redundancia cíclica

CRV : Valor de referencia de llamada

CS : Estación de control

CSMA/CA : Acceso múltiple por escucha de portadora y evitación de colisiones

CSMA/CD : Acceso múltiple por escucha de portadora y detección de colisiones

CTS : Clear to Send (Listo a recibir)

DBPSK (Diefferential Binary Phase Shift Keying)

DC : Corriente Directa

DCF : Función Coordinada de Distribución

DFS : Selección dinámica de frecuencia

DIFS : Puntos IFS de función de distribución

DL : Down link

DLC : Capa de control del enlace de datos

DQPSK (Diefferential Quadrature Phase Shift Keying)

DS : Sistema de distribución

DSP : Procesador Digital de Señales

DTBS : Distributed time-bounded services

ESS : Set de servicios extendido

ETSI : Instituto de Europeo de Estandarización de las Telecomunicaciones

EY-NPMA : Elimination-Yield Non-Preemptive Multiple Access

FCC : Comisión Federal de Comunicaciones

FDM : Multiplexación por división de frecuencia

FI : Frecuencia Intermedia

FM : Frecuencia Modulada

FS : Estación fija

GFSK : Gaussian Frequency Shift Keying

GSM : Global System Mobile

HIPERLAN : High Performance LAN

IBSS : BSS Independiente

IEEE : Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos

IETF : Internet Engineering Task Force

IFS : Espacio entre tramas

IP : Protocolo internet

IPv6 : IP versión 6

IRDAC : Infrared Data Asociation

ISDN : Red digital de servicios integrados (RDSI)

ISO : Organización de estándares internacionales

ISO/OSI: Modelo de referencia de interconexión de sistemas abiertos

LAN : Red de área local

LLC : Control lógico del enlace

MAC : Control de acceso al medio

MC : Controlador multipunto

MCS : Servicio de comunicación multipunto

MCU : Unidad de control multipunto

MP : Procesador multipunto

MPDU : Unidad de datos de protocolo MAC

MS : Estación móvil

MSDU : Unidad de servicio de protocolo MAC

MTU : Unidad de transferencia máxima

NAV : Vector de adjudicación de red

OFDM : Orthogonal Frequency Division Multiplexing

PC : Punto de coordinación

PCF : Función Coordinada Puntual

PCS : Sistemas personales de comunicación

PDU : Unidad de datos de protocolo

PIFS : Puntos IFS de función coordinada

PQ : Priority Queuing

PSK : Modulación de fase coherente

PSTN : Red telefónica pública conmutada

QAM : Modulación de amplitud en cuadratura

QoS : Calidad de servicio

RA : Random access

RBM : Retroalcance base móvil

RCC : Red de conmutación de circuitos

RRC: Radio resource control

RDSI-BA : RDSI de banda ancha

RDSI-BE : RDSI de banda estrecha

RED : Random Early Discard

RF : Radio frecuencia

RLAN : Radio LAN

RLC : Radio Link Control

RMB : Retroalcance móvil base

RS : Estación repetidora

RTCP : Protocolo de control en tiempo real

RTGC : Red telefónica general conmutada

RTP : Protocolo en tiempo real

RTS : Request to Send (Listo a enviar)

SCM : Modo de comunicación seleccionado

SDU : Segment data unit

SIFS : Small IFS

TC : Telecontrol

TDD :Time division duplex

TDMA : Acceso múltiple por división de tiempo

TMA : Telefonía móvil automática

UIT : Unión Internacional de Telecomunicaciones

UIT-R : Unión Internacional de Telecomunicaciones sector Radiocomunicaciones

UIT-T : Unión Internacional de Telecomunicaciones sector Telecomunicaciones

UL : Up link

UMTS : Universal Mobile Telecommunications System

VAD : detección activa de voz

VF : Frecuencia vocal

VoIP : Voz sobre IP

WAN : Red de área extendida

WATM : Wireless ATM

WFQ : Weight Fair Queuing

WLI Forum : Wireless LAN Interoperability Forum

ANEXO # 2

REGISTRO OFICIAL N.- 215, NORMA PARA LA IMPLEMENTACIÓN Y OPERACIÓN DE SISTEMAS DE ESPECTRO ENSANCHADO

Nº 538-20-CONATEL-2000

CONSEJO NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES CONATEL

Considerando:

Que mediante Ley Nº 94 del 4 de agosto de 1995, promulgada en el Registro Oficial Nº 770 del 30 de agosto del mismo año, fue dictada la Ley Reformatoria a la Ley Especial de Telecomunicaciones, mediante la cual crea el Consejo Nacional de Telecomunicaciones CONATEL:

Que el espectro radioeléctrico es un recurso natural limitado y que al no ser utilizado en forma eficiente se desperdicia, en perjuicio del Estado;

Que los sistemas que hacen uso del espectro radioeléctrico en forma eficiente permiten la mejor administración del mismo;

Que los sistemas que utilizan la tecnología de espectro ensanchado (Spread Spectrum), utilizan una baja densidad de potencia, que minimiza la posibilidad de interferencia;

Que los sistemas que utilizan esta tecnología pueden coexistir con sistemas de banda angosta, lo que hace posible aumentar la eficiencia de utilización del espectro radioeléctrico;

Que estos sistemas poseen una notable inmunidad a las interferencias que provienen de emisiones similares o de sistemas convencionales haciendo posible la compartición en la misma banda de frecuencia;

Que se hace necesaria la regulación para la operación de sistemas que utilizan esta tecnología; y,

En uso de las atribuciones legales que le confiere el artículo 10, Título I, artículo inumerado tercero de la Ley Reformatoria a la Ley Especial de Telecomunicaciones, y en concordancia con el artículo 41 del Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones reformada, promulgada según Registro Oficial Nº 832 del 29 de noviembre de 1995,

Resueive:

Expedir la siguiente: NORMA PARA LA IMPLEMENTACION Y OPERACION DE SISTEMAS DE ESPECTRO ENSANCHADO.

CAPITULO I

DISPOSICIONES GENERALES

Artículo 1: Objetivo.
Artículo 2: Régimen legal.
Artículo 3: Definición de sistema de espectro ensanchado
Artículo 4: Términos y definiciones.
Artículo 5: Solicitud de registro.
Artículo 6: Registro.
Artículo 7: Delegación del Secretario

CAPITULO II

NORMA TECNICA

Artículo 8: Características de los sistemas de espectro ensanchado.
Artículo 9: Clases de sistemas de espectro ensanchado.
Artículo 10: Operación y configuración de sistemas de espectro ensanchado en las bandas ICM.
Artículo 11: Bandas de frecuencias.
Artículo 12: Sistemas de reducido alcance.
Artículo 13: Características de operación.
Artículo 14: Homologación.

CAPITULO III

DISPOSICIONES FINALES

Artículo 15: Derechos para la operación de sistemas de espectro ensanchado.
Artículo 16: Ejecución.
Artículo 17: Control.

DISPOSICION TRANSITORIA

ANEXO 1

GLOSARIO DE TERMINOS Y DEFINICIONES.

ANEXO 2

FORMULARIO PARA SOLICITAR LA APROBACION DE SISTEMAS DE ESPECTRO ENSANCHADO.

NORMA PARA LA IMPLEMENTACION Y OPERACION DE SISTEMAS DE ESPECTRO ENSANCHADO

CAPITULO I

DISPOSICIONES GENERALES

Artículo 1: Objetivo.- La presente resolución tiene por objeto, normar la instalación y operación de sistemas de radiocomunicaciones que utilizan la técnica de espectro ensanchado (Spread Spectrum) en las bandas que determine el Consejo Nacional de Telecomunicaciones, CONATEL.

Artículo 2: Régimen Legal.- La implementación y operación de sistemas de espectro ensanchado, se regirá por la Ley Especial de Telecomunicaciones, Ley Reformatoria a la Ley Especial de Telecomunicaciones, Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones reformada, Reglamento General de Radiocomunicaciones y la presente norma.

Artículo 3: Definición de Sistema de Espectro Ensanchado.- Sistema que utiliza la técnica de codificación, en la cual la señal transmitida es expandida y enviada sobre un rango de frecuencias mayor que el mínimo requerido por la señal de información.

Artículo 4: Términos y Definiciones.- Para esta norma, se utilizarán los términos que tienen las siguientes definiciones:

CONATEL: Consejo Nacional de Telecomunicaciones

Ley Especial: Ley Especial de Telecomunicaciones.

Ley Reformatoria: Ley Reformatoria a la Ley Especial de Telecomunicaciones.

SNT: Secretaría Nacional de Telecomunicaciones.

Secretario: Secretario Nacional de Telecomunicaciones.

SUPTEL: Superintendencia de Telecomunicaciones.

UIT: Unión Internacional de Telecomunicaciones.

Los términos y definiciones para la aplicación de la presente norma, son los que constan en el Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones reformada, Reglamento General de Radiocomunicaciones y en el glosario de términos de esta norma. Lo que no está definido en dichos reglamentos se sujetará al glosario de términos y definiciones de la UIT.

Artículo 5: Solicitud de Registro.- Los interesados en instalar y operar sistemas de espectro ensanchado de gran alcance, en cualquier parte del territorio nacional, deberán presentar la solicitud para el registro correspondiente, dirigida a la SNT, adjuntando el estudio de ingeniería, elaborado por un ingeniero en electrónica y/o telecomunicaciones, describiendo la configuración del sistema a operar, el número del certificado de homologación del equipo a utilizar, las características del sistema radiante, las coordenadas geográficas donde se instalarán las estaciones fijas o de base del sistema móvil, localidades a cubrir, y los demás datos consignados en el formulario que para el efecto pondrá a disposición la SNT.

El registro será por un período de 5 años y podrá ser renovado previa solicitud del interesado, dentro de los treinta (30) días anteriores a su vencimiento.

Artículo 6: Registro.- El registro se lo realizará en la SNT previo el pago de los valores establecidos en el artículo 15 de esta norma.

Artículo 7: Delegación del Secretario.- El CONATEL autoriza al Secretario, realizar el registro de todos los sistemas de espectro ensanchado privados. La SNT podrá negar motivadamente el registro para los sistemas de gran alcance.

CAPITULO II

NORMA TECNICA

Artículo 8: Características de los Sistemas de Espectro Ensanchado.- Los sistemas de espectro ensanchado son aquellos que se caracterizan por:

a) Distribución de la energía media de la señal transmitida, dentro de un ancho de banda mucho mayor que el ancho de banda de la información;

b) La energía de la señal emplea un código seudoaleatorio independiente al de los datos;

c) Mayor ancho de banda de transmisión, con una densidad espectral de potencia más baja y un mayor rechazo de las señales interferentes de sistemas que operan en la misma banda de frecuencias;

d) Posibilidad de compartir el espectro de frecuencias con sistemas de banda angosta convencionales, debido a que es posible transmitir una potencia baja en la banda de paso de los receptores de banda angosta;

e) Permiten rechazar altos niveles de interferencias;

f) La señal transmitida resultante, con secuencia directa, es una señal de baja densidad de potencia y de banda ancha que se asemeja al ruido. La señal transmitida resultante con salto de frecuencia permanece un corto período de tiempo en cada frecuencia de salto de la banda y no se repite el uso del canal hasta después de un largo período de tiempo;

g) Permite alta privacidad de la información transmitida;

h) La codificación de la señal proporciona una capacidad de direccionamiento selectiva, lo cual permite que usuarios que utilizan códigos diferentes pueden transmitir simultáneamente en la misma banda de frecuencias con una interferencia admisible;

i) Utilización eficaz del espectro, debido a la mayor confiabilidad en la transmisión, en presencia de desvanecimientos selectivos, que los sistemas de banda angosta; y,

j) Tiene ganancia de procesamiento.

Artículo 9: Clases de Sistemas de Espectro Ensanchado:

a) Espectro Ensanchado por Secuencia Directa (Direct Sequence).- Técnica de modulación que mezcla la información de datos digital con una secuencia seudoaleatoria digital de alta velocidad que expande el espectro. Esta señal es mezclada en un modulador con una frecuencia portadora entregando una señal modulada BPSK o QPSK, para obtener una emisión con baja densidad espectral, semejante al ruido;

b) Espectro Ensanchado por Salto de Frecuencia (Frequency Hopping).- Técnica de ensanchamiento en el cual la frecuencia portadora convencional es desplazada dentro de la banda varias veces por segundo de acuerdo a una lista de canales seudoaleatoria. El tiempo de permanencia en un canal es generalmente menor a 10 milisegundos; y,

c) Espectro Ensanchado Híbrido.- Combinación de las técnicas de estructuración de la señal de espectro ensanchado por secuencia directa y por salto de frecuencia.

Artículo 10: Operación y Configuración de Sistemas de Espectro Ensanchado en las Bandas ICM:

a) Se aprobará la operación de sistemas de radiocomunicaciones que utilicen la técnica de espectro ensanchado, en las bandas de frecuencias ICM indicadas a continuación:

902 – 928 MHz
2.400 – 2.483,5 MHz
5.725 – 5.850 MHz

Los sistemas que utilicen la tecnología de espectro ensanchado no deberán causar interferencia a otros sistemas de radiocomunicaciones que trabajen en estas bandas.

La operación de los sistemas en modo de espectro ensanchado de secuencia directa, salto de frecuencia o híbridos, se aprobará con las siguientes configuraciones:

- Sistemas fijos punto a punto;
- Sistemas fijos punto - multipunto;
- Sistemas móviles;
- Sistemas de explotación: cuando la aplicación que se dé a un sistema de espectro ensanchado corresponda a la prestación de un servicio de telecomunicaciones, se deberá tramitar paralelamente el título habilitante requerido de conformidad con la Ley Especial de Telecomunicaciones y su Reglamento General; y,
- Las demás configuraciones que el CONATEL defina.

tículo 11: Bandas de Frecuencias.- El CONATEL obará la operación en bandas distintas a las indicadas en artículo 10 cuando la producción de equipos sea estándar parte de los fabricantes, y que a su tiempo se describirán el formulario de solicitud, al que se hace referencia en el culo 5. Asimismo, el CONATEL aprobará también las acterísticas técnicas de los equipos en bandas distintas a indicadas.

ículo 12: Sistemas de Reducido Alcance.- Son sistemas utilizan espectro ensanchado para aplicaciones de smisión de datos en redes de área local (LAN), metría, lectura remota, PBX y teléfonos inalámbricos, a potencia de salida del transmisor sea menor o igual a milivatios (mW). La antena deberá ser omnidireccional una ganancia máxima de 1 dBi y encontrarse adherida al ipo. Estos sistemas también deberán registrarse.

tro de los estándares que cumplen con estas cificaciones se encuentran: 802.11 y 802.11b del IEEE, tooth, entre otros.

equipos que se comercialicen libremente en el país rán contar con el certificado de homologación otorgado la SNT, de conformidad con el artículo 14 de la presente na.

culo 13: Características de Operación:

Categoría de Atribución.

- La operación de los sistemas de espectro ensanchado es a título secundario respecto a los sistemas ICM.

Potencia Máxima de Salida.

Para los sistemas con salto de frecuencia o secuencia directa que operen en las bandas de 2.400 – 2.483,5 MHz 5.725 – 5.850 MHz, la potencia máxima de salida del ransmisor autorizado será de 1 vatio.

Para los sistemas con salto de frecuencia que operen en la banda de 902 – 928 MHz la potencia máxima de salida del transmisor será la siguiente:

- Sistemas que empleen por lo menos 50 saltos de frecuencias: 1 vatio.
- Sistemas que empleen entre 25 y 50 saltos de frecuencias: 0,25 vatios.

Si la ganancia de la antena direccional empleada en los sistemas fijos punto a punto y punto - multipunto que operan en la banda 2.400 - 2.483,5 MHz es superior a 6 dBi, deberá reducirse la potencia máxima de salida del transmisor, de 1 vatio, en 1dB por cada 3 dB de ganancia de la antena que exceda de los 6 dBi. Los sistemas fijos punto a punto y punto – multipunto que operen en la banda 5.725 - 5.850 MHz podrán utilizar antenas con una ganancia superior a 6 dBi, sin reducir la potencia máxima del transmisor.

Los sistemas que no sean punto a punto y punto - multipunto, y que empleen antenas direccionales con ganancias superiores a 6 dBi, deberán reducir la potencia máxima del transmisor, mencionada en los párrafos anteriores, en el mismo número de dB que sobrepase los 6 dBi de ganancia de la antena.

c) Intensidad de Campo Eléctrico.

La intensidad de campo máxima permitida para las emisiones de los equipos de espectro ensanchado, a que hace referencia esta norma, deberán cumplir con los siguientes valores para las bandas mencionadas:

Frecuencia Asignada en las bandas (MHz)	Intensidad de campo de la frecuencia fundamental (mV/m)	Intensidad de campo de las armónicas (μV/m)
902 – 928	50	500
2.400 – 2.483,5	50	500
5.725 – 5.850	50	500

Cuadro N° 1

Los límites de intensidad de campo indicados en el Cuadro N° 1 serán medidos a 3 metros de distancia de la antena y corresponden al valor medio.

La emisión de radiaciones fuera de la banda, con la excepción de las armónicas, deberá estar atenuada a lo menos 50 dB bajo el nivel de la frecuencia asignada.

d) Anchos de banda de emisión y condiciones de uso de los canales.

Sistemas de Salto de Frecuencia:

- Los sistemas que empleen salto de frecuencia tendrán sus canales separados como mínimo a 25 kHz, o el ancho de banda a 20 dB del canal de salto, el que sea mayor. Todos los canales serán usados en condiciones de igualdad en base a una lista de frecuencias administrada por una secuencia seudoaleatoria.

- Para los sistemas de salto de frecuencia que operan en la banda 902 – 928 MHz, si el ancho de banda a 20 dB del canal de salto de frecuencia es menor a 250 kHz, el sistema usará por lo menos 50 saltos de frecuencias y el promedio de tiempo de ocupación en cualquier frecuencia no podrá ser superior a 0,4 segundos dentro de un período de 20 segundos. Si el ancho de banda a 20 dB del canal de salto de frecuencia es mayor o igual a 250 kHz, el sistema deberá utilizar por lo menos 25 saltos de frecuencias y el promedio de tiempo de ocupación en cualquier frecuencia no deberá ser mayor que 0,4 segundos en un período de 10 segundos. El máximo ancho de banda a 20 dB permitido en un canal de salto es de 500 kHz.

- Los sistemas que operen con salto de frecuencia en las bandas de 2.400 – 2.483,5 MHz y 5.725 – 5.850 MHz deberán utilizar por lo menos 75 saltos de frecuencias. El ancho de banda máximo a 20 dB del canal de salto será de 1 MHz. El promedio de tiempo de ocupación de cualquier frecuencia no deberá ser mayor a 0,4 segundos en un período de 30 segundos.

Sistemas de Secuencia Directa.

- Los sistemas de espectro ensanchado que operen con secuencia directa, tendrán un ancho de banda a 6 dB de al menos 500 kHz.

- La densidad espectral pico de potencia de salida a la antena no deberá ser superior a 8 dBm en un ancho de 3 kHz durante cualquier intervalo de tiempo de transmisión continua.

e) Ganancia de Procesamiento.

Los sistemas que empleen secuencia directa deberán tener al menos 10 dB de ganancia de procesamiento y los de salto de frecuencia al menos 75 dB.

Los sistemas híbridos que empleen una combinación de salto de frecuencia y secuencia directa deberán tener una ganancia de procesamiento combinada de al menos 17 dB.

Artículo 14: Homologación.- Todos los equipos de espectro ensanchado que se utilicen en el país deberán ser homologados por la SNT, conforme lo establece el literal g) del artículo 56 del Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones Reformada.

Los equipos, para los fines de homologación, se clasificarán en:

Equipos de reducido alcance.

Equipos de gran alcance.

) Equipos de Reducido Alcance.

La homologación de los equipos de reducido alcance se efectuará en base de las características estipuladas en el catálogo técnico del equipo. Estos equipos deberán cumplir con el artículo 12 de esta norma. Se considerarán dentro de los estándares que cumplen con los requisitos de los equipos de reducido alcance los siguientes:

- 802.11 y 802.11b del IEEE.

- Parte 15.247 del FCC, con una potencia menor o igual a 100 mW.

- Bluetooth versión V.1.

- BRETS 300.328 (Especificaciones técnicas de la Comunidad Europea para equipos de transmisión de datos que operen en la banda de 2,4 GHz y usen la técnica de espectro ensanchado).

- ISC RSS210 del Canadá.

- TELEC Radio Regulation de Japón; y, otros que el CONATEL considere pertinentes.

Todos los equipos de reducido alcance deberán tener adherida la antena a la caja de éste y, además, tener una antena con una ganancia máxima de 1 dBi.

b) Equipos de Gran Alcance.

La homologación de los equipos de gran alcance se realizará para todos los equipos que tengan una potencia de salida de 100 mW o superior y que no tengan su antena adherida al equipo, o que la ganancia de la antena sea superior a 1 dBi. La homologación se realizará en base de una copia del certificado de homologación que recibió el fabricante del equipo de parte de la FCC de los Estados Unidos, o de alguna administración de los países de la Comunidad Europea, de Canadá, Japón y otras que considere en el futuro el CONATEL. En todo caso, el equipo deberá cumplir con las características de los sistemas estipulados en el artículo 13 de esta norma.

CAPITULO III

DISPOSICIONES FINALES

Artículo 15: Derechos para la Operación de Sistemas de Espectro Ensanchado.- Para el registro de los sistemas espectro ensanchado de gran alcance, el solicitante o usuario deberá cancelar anualmente por anticipado, por concepto de uso del espectro radioeléctrico, durante el período de cinco (5) años, el valor en dólares de los Estados Unidos de América, que resulte de la aplicación de la fórmula que se indica a continuación:

IA (Imposición Anual) = 4 x K x B x NTE (dólares)

B = 12	Para los sistemas punto a punto y punto - multipunto.
B = 0,7 x NA	Para los sistemas móviles. (Se considerará para el cálculo de IA un NTE mínimo de cincuenta (50) estaciones, entre bases y móviles).
B = 39	Para los sistemas de radiolocalización de vehículos (NTE es el número de estaciones de recepción de triangulación, que tendrá un valor mínimo de tres (3) estaciones).

Donde: K= Indice de inflación anual.
NA= Número de áreas de operación
NTE= Es el número de estaciones fijas, bases y móviles y estaciones receptoras de triangulación de acuerdo al sistema.

Artículo 16: Ejecución.- De la ejecución de la presente norma encárguese a la SNT.

Artículo 17: Control.- La Superintendencia de Telecomunicaciones realizará el control de los sistemas que utilicen esta tecnología y vigilará porque ellos cumplan con lo dispuesto en la presente norma y las disposiciones reglamentarias pertinentes.

Disposición Transitoria

Todos los sistemas que utilizan la tecnología de espectro ensanchado y que se encuentran en operación, deberán proceder a registrarse en la SNT y cumplir con lo dispuesto en esta norma, en el plazo de 90 días a partir de la fecha de su publicación en el Registro Oficial.

Dado en Quito, 31 de octubre del 2000.

f.) Ing. José Pileggi Véliz, Presidente del CONATEL

f.) Dr. Julio Martínez A., Secretario del CONATEL.

ANEXO 1

GLOSARIO DE TERMINOS Y DEFINICIONES

Aplicaciones Industriales, Científicas y Médicas (ICM).- Utilización de equipos destinados a producir y utilizar, en un espacio reducido, energía radioeléctrica con fines industriales, científicos y médicos, domésticos o similares, con exclusión de todas las aplicaciones de telecomunicaciones.

Los servicios de radiocomunicación de espectro ensanchado que funcionan en las bandas ICM deben aceptar la interferencia perjudicial resultante de estas aplicaciones.

FCC.- Federal Communications Comission.

Frecuencia Asignada.- Centro de la banda de frecuencias asignadas a una estación.

Ganancia de Procesamiento.- La ganancia de procesamiento (Gp) corresponde a la relación ancho de banda de RF (W_{RF}) (ensanchado)/ por el ancho de banda de la información (R_b).

Donde: $Gp(dB)= 10 \log_{10}(W_{RF} / R_b)$.

IEEE.- Institute of Electrical and Electronics Engineers.

Potencia Isotrópica Radiada Equivalente (p.i.r.e.).- Producto de la potencia suministrada a la antena, por su ganancia con relación a una antena isotrópica, en una dirección determinada.

Potencia Máxima de Salida.- Corresponde a la potencia máxima en vatios que entrega el transmisor en el conector de antena, en cualquier condición de modulación.

Sistema Punto a Punto.- Sistema de radiocomunicación que permite enlazar dos estaciones fijas distantes, empleando antenas direccionales en ambos extremos, en forma unidireccional o bidireccional.

Sistema Punto - Multipunto.- Sistema de radiocomunicación que permite enlazar una estación fija central con varias estaciones fijas distantes. Las estaciones fijas distantes emplean antenas direccionales para comunicarse en forma unidireccional o bidireccional con la estación fija central.

Certifico.- Es fiel copia del original.

f.) Secretario, CONATEL.

No. 556-21-CONATEL- 2000

EL CONSEJO NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES
CONATEL

Considerando:

Que, mediante Ley N° 94 del 4 de agosto de 1995, promulgada en el Registro Oficial N° 770 del 30 de agosto del mismo año, fue dictada la Ley Reformatoria a la Ley Especial de Telecomunicaciones, mediante la cual crea el Consejo Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL);

Que, el tercer artículo innumerado, literal a), que se agrega a continuación del artículo 10 de la Ley Especial de Telecomunicaciones reformada, señala, que corresponde al Consejo Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL), dictar las políticas del Estado con relación a las telecomunicaciones;

Que, la Ley para la Transformación Económica del Ecuador, publicada en el Registro Oficial N° 34 del 13 de marzo del 2000, en el Capítulo IX, de las reformas a la Ley Especial de Telecomunicaciones, artículo 58, sustituye el Capítulo VII, sobre el Régimen de Libre Competencia, determinando principalmente, que todos los servicios de telecomunicaciones se brindarán en Régimen de Libre Competencia, lo que hace necesario adecuar el Reglamento de Radiocomunicaciones vigente, al nuevo marco legal, considerando que el constante y vertiginoso progreso tecnológico ha determinado un crecimiento y diversificación del espectro radioeléctrico, que constituye un recurso natural de propiedad del Estado, que por ser limitado requiere de una reglamentación que permita su correcta y óptima utilización, sin causar interferencia a otros servicios, ni perjuicios a terceros; y,

En uso de las atribuciones que le confiere el artículo 10 Título I, artículo innumerado tercero de la Ley Reformatoria a la Ley Especial de Telecomunicaciones y en concordancia con el artículo 41 del Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones reformada, promulgado según Registro Oficial N° 832 del 29 de noviembre de 1995,

ANEXO # 3

RECOMENDACIONES: G.711, T.120 Y ANEXO A LA H.323 DE LA UIT-T

UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

ANEXOS A LA RECOMENDACIÓN H.323

Símbolos y abreviaturas

A los efectos de esta Recomendación, se utilizan las abreviaturas siguientes.

ASE	Elemento de servicio de aplicación (*application service element*)
ARM	Gestor de recursos de aplicación (*application resource manager*)
APE	Entidad de protocolo de aplicación (*application protocolo entity*)
GAT	Plantilla de aplicación genérica (*generic application template*)
GCC	Control de conferencia genérico (*generic conference control*)
LAN	Red de área local (*local area network*)
MBFT	Transferencia binaria de ficheros multipunto (*multipoint binary file transfer*)
MCS	Servicio de comunicación multipunto (*multipoint communication service*)
MCU	Unidad de control multipunto (*multipoint control unit*)
MSIA	Imagen fija multipunto y anotación (*multipoint still image and annotation*)
PDU	Unidad de datos de protocolo (*protocol data unit*)
QOS	Calidad de servicio (*quality of service*)
RDCC	Red de datos con conmutación de circuitos
RDCP	Red digital con conmutación de paquetes
RDSI	Red digital de servicios integrados
RDSI-BA	Red digital de servicios integrados de banda ancha
RTPC	Red telefónica pública conmutada
SI	Imagen fija (si se emplea usualmente como abreviatura de MSIA) (*still image*)

Abreviaturas

Abreviaturas generales

En esta Recomendación se utilizan las siguientes abreviaturas.

Impreso en Suiza, Ginebra - 1996

BAS	Señal de asignación de velocidad binaria (*bit rate allocation signal*)
CIF	Formato intermedio común (*common intermediate format*)
CRV	Valor de referencia de llamada (*call reference value*)
ECS	Señal de control de cifrado (*encryption control signal*)
GOB	Grupo de bloques (*group of blocks*)
H-MLP	Protocolo multicapa de alta velocidad (*high speed multi-layer protocol*)
HSD	Datos a alta velocidad (*high speed data*)
IA5	Alfabeto Internacional (*international alphabet No. 5*)
IE	Elemento de información (*information element*)
IETF	Grupo de tareas de ingeniería Internet (*internet engineering task force*)
IP	Protocolo Internet (*internet protocol*)
LAN	Red de área local (*local area network*)
LD-CELP	Predicción lineal con la excitación por código de bajo retardo (*low delay – code excited linear prediction*)
LSB	Bit menos significativo (*least significant bit*)
LSD	Datos a baja velocidad (*low speed data*)
MB	Macro bloque (véase la Recomendación H.261)
MBE	Extensión multibytes (*multi-byte extension*)
MCC	Instrucción multipunto de conferencia (*multipoint command conference*)
MCN	Instrucción multipunto anulada (*multipoint command negating*)
MCS	Instrucción multipunto de transmisión de datos simétrica (*multipoint command symmetrical data transmission*)
MCS	Servicio de comunicación multipunto (*multipoint communication service)*
MCU	Unidad de control multipunto (*multipoint control unit*)
MF	Multitrama (*multiframe*)
MIC	Modulación por impulsos codificados
MLP	Protocolo multicapa (*multi-layer protocol*)
MPI	Intervalo mínimo de imagen (*minimum picture interval*)
MSB	Bit más significativo (*most significant bit*)
NA	No aplicable (*not applicable*)
NS	No normalizado (*non-standard*)
NSAP	Punto de acceso al servicio de red (*network service access point*)
PDU	Unidad de datos de protocolo (*protocol data unit*)
QCIF	Cuarto de formato intermedio común (*quarter common intermediate format*)

Impreso en Suiza, Ginebra - 1996

QOS	Calidad de servicio (*quality of service*)
RAS	Registro, admisión y estado (*registration, admission and status*)
RCC	Red con conmutación de circuitos
RTCP	Protocolo de control de transporte en tiempo real (*real-time transport control protocol*)
RTP	Protocolo de transporte en tiempo real (*real-time transport protocol*)
SBE	Extensión de un solo byte (*single byte extension*)
SC	Canal de servicio (*service channel*)
SCM	Modo de comunicaciones seleccionado (*selected communications mode*)
TCP	Protocolo de control de transporte (*transport control protocol*)
TSAP	Punto de acceso al servicio de transporte *(transport service access point*)
UDP	Protocolo de datagrama de usuario (*user datagram protocol*)
UE	Queda en estudio
VCF	Instrucción de vídeo "petición de congelación de imagen" (*video command "freeze picture request"*)
VCU	Instrucción de vídeo "petición de actualización rápida" (*video command "fast update request"*)

Abreviaturas de mensajes RAS

ACF	Confirmación de admisiones (*admissions confirm*)
ARJ	Rechazo de admisiones (*admissions reject*)
ARQ	Petición de admisiones (*admissions request*)
BCF	Confirmación de anchura de banda (*bandwidth confirm*)
BRJ	Rechazo de anchura de banda (*bandwidth reject*)
BRQ	Petición de anchura de banda (*bandwidth request*)
DCF	Confirmación de desligamiento (*disengage confirm*)
DRJ	Rechazo de desligamiento (*disengage reject*)
DRQ	Petición de desligamiento (*disengage request*)
GCF	Confirmación de guardián de puerta (*gatekeeper confirm*)
GRJ	Rechazo de guardián de puerta (*gatekeeper reject*)
GRQ	Petición de guardián de puerta (*gatekeeper request*)
IRQ	Petición de información (*information request*)
IRR	Respuesta a petición de información (*information request response*)
LCF	Confirmación de ubicación (*location confirm*)
LRJ	Rechazo de ubicación (*location reject*)

LRQ	Petición de ubicación (*location request*)
RCF	Confirmación de registro (*registration confirm*)
RRJ	Rechazo de registro (*registration reject*)
RRQ	Petición de registro (*registration request*)
UCF	Confirmación de desregistro (*unregistration confirm*)
URJ	Rechazo de desregistro (*unregistration reject*)
URQ	Petición de desregistro (*unregistration request*)

Interfuncionamiento con terminales de otros tipos

El interfuncionamiento con otros terminales se llevará a cabo a través de la pasarela.

Terminales sólo vocales

El interfuncionamiento con terminales sólo vocales (telefonía) por la RDSI o la RTGC se puede efectuar de las dos maneras siguientes:

1) utilizando una pasarela telefónica RDSI-H.323;
2) utilizando una pasarela telefónica RTGC-H.323.

La pasarela debe tener en cuenta las siguientes cuestiones:

- Conversión de código de audio:
  - RDSI: si se desea, ya que la RDSI utiliza la codificación G.711.
  - RTGC: de analógico a codificación G.711.
- Conversión de trenes binarios:
  - RDSI: H.225.0 a/de no tramada.
  - RTGC: generación de la H.225.0.
- Conversión de control (generación de la Recomendación H.245).
- Conversión de señalización de control de llamada.
- Conversión de tono DTMF a/de mensaje indicación de entrada de usuario (**userInputIndication**) de la Recomendación H.245.

Terminales de videotelefonía en la RDSI (Recomendación H.320)

El interfuncionamiento con terminales videotelefónicos en la RDSI (Recomendación H.320) se puede efectuar de la manera siguiente:

- Utilizando una pasarela H.323-H.320.

La pasarela debe tener en cuenta las siguientes cuestiones:

Impreso en Suiza, Ginebra - 1996

- Conversión de formato de vídeo (si se desea, H.261 es obligatorio para ambos tipos de terminal).
- Conversión de código de audio (si se desea, G.711 es obligatorio para ambos tipos de terminal).
- Conversión de protocolo de datos.
- Conversión de trenes binarios (H.225.0 a/de H.221).
- Conversión de control (H.245 a/de H.242).
- Conversión de señalización de control de llamada.
- Conversión de número SBE a/de mensaje de indicación de entrada de usuario (**userInputIndication**) de la Recomendación H.245.

Terminales videotelefónicos en la RTGC (Recomendación H.324)

El interfuncionamiento con terminales videotelefónicos en la RTGC (Recomendación H.324) se puede efectuar de las dos maneras siguientes:

1) Utilizando una pasarela H.323-H.324.
2) Utilizando una pasarela H.323-H.320 en el supuesto de que existe una unidad de interfuncionamiento RDSI/RTGC en la red.

La pasarela debe tener en cuenta las siguientes cuestiones:

- Conversión de formato de vídeo (si se desea, H.261 es obligatorio para ambos tipos de terminal).
- Conversión de protocolo de datos.
- Conversión de código de audio (G.711 es obligatorio para terminal H.323, G.723 es obligatorio para terminal H.324).
- Conversión de trenes binarios (H.225.0 a/de H.223).
- Conversión de señalización de control de llamada.

Terminales videotelefónicos en redes ATM (Recomendación H.321)

El interfuncionamiento con terminales videtelefónicos en redes ATM (Recomendación H.321) se puede efectuar de las dos maneras siguientes:

1) Utilizando una pasarela H.323-H.321.
2) Utilizando una pasarela H.323-H.320 en el supuesto de que existe una unidad de interfuncionamiento RDSI/ATM de la Recomendación I.580 en la red.

La pasarela debe tener en cuenta las siguientes cuestiones:

- Conversión de formato de vídeo (si se desea, H.261 es obligatorio para ambos

tipos de terminal).

- Conversión de protocolo de datos.
- Conversión de código de audio (si se desea, G.711 es obligatorio para ambos tipos de terminal).
- Conversión de trenes binarios (H.225.0 a/de H.221).
- Conversión de control (H.245 a/de H.242).
- Conversión de señalización de control de llamada.

Terminales videotelefónicos en las LAN con calidad de servicio garantizada (Recomendación H.322)

El interfuncionamiento con terminales videotelefónicos en LAN con calidad de servicio garantizada (Recomendación H.322) se puede efectuar de la manera siguiente:

- Utilizando una pasarela H.323-H.320 en el supuesto de que existe una pasarela LAN-RDSI con GQOS en la red.

La pasarela debe tener en cuenta las siguientes cuestiones:

- Conversión de formato de vídeo (si se desea, H.261 es obligatorio para ambos tipos de terminal).
- Conversión de protocolo de datos.
- Conversión de código de audio (si se desea, G.711 es obligatorio para ambos tipos de terminal).
- Conversión de trenes binarios (H.225.0 a/de H.221).
- Conversión de control (H.245 a/de H.242).
- Conversión de señalización de control de llamada.

Terminales de señales vocales y datos simultáneos en la RTGC (Recomendación V.70)

El interfuncionamiento con terminales de señales vocales y datos simultáneos en la RTGC (Recomendación V.70) se puede efectuar de la manera siguiente:

- Utilizando una pasarela H.323-V.70.

La pasarela debe tener en cuenta las siguientes cuestiones:

- Conversión de código de audio (G.711 a/de anexo A/G.729).
- Conversión de protocolo de datos.
- Conversión de trenes binarios (H.225.0 a/de V.76/V.75).
- Conversión de control (ambos terminales utilizan H.245).
- Conversión de señalización de control de llamada.

Impreso en Suiza, Ginebra - 1996

Terminales de la Recomendación T.120 en la LAN

Un terminal H.323 que tenga la capacidad de la Recomendación T.120 deberá poder ser configurado como un terminal sólo Recomendación T.120 que escucha y transmite en el identificador TSAP conocido T.120 normalizado. De esta manera, el terminal H.323 con capacidad de T.120 podrá participar en conferencias conformes solamente a la Recomendación T.120.
Sólo un terminal conforme con la Recomendación T.120 en la LAN podrá participar en la porción T.120 de las conferencias H.323 multipunto. Véase 6.2.7.1.

ANEXO A

Mensajes de la Recomendación H.245 utilizados por puntos extremos de la Recomendación H.323

Las reglas que siguen se aplican a la utilización de mensajes de la Recomendación H.245 por puntos extremos de la Recomendación H.323:

- Un punto extremo no deberá funcionar impropiamente o, de otro modo, resultar afectado de manera adversa por la recepción de mensajes H.245 que no reconozca. Cuando un punto extremo reciba una petición, respuesta o instrucción no reconocida devolverá "función no sustentada". (Esto no se requiere para indicaciones.)
- En los cuadros A.1 a A.11 se utilizan las abreviaturas siguientes:

  M Obligatorio

  O Opcional

  F Prohibido transmitir
- Un mensaje señalado como obligatorio para el punto extremo receptor indica que el punto extremo aceptará el mensaje y realizará la acción procedente. Un mensaje señalado como obligatorio para el punto extremo transmisor indica que el punto extremo generará el mensaje en las circunstancias apropiadas.

Cuadro A.1/H.323 – Mensajes de determinación principal-subordinado

Mensaje	Situación en el punto extremo receptor	Situación en el punto extremo transmisor
Determinación	M	M
Acuse de determinación	M	M
Rechazo de determinación	M	M
Liberación de determinación	M	M

Cuadro A.2/H.323 – Mensajes de capacidad de terminal

Mensaje	Situación en el punto extremo receptor	Situación en el punto extremo transmisor
Conjunto de capacidades	M	M
Acuse de conjunto de capacidades	M	M
Rechazo de conjunto de capacidades	M	M
Liberación de conjunto de capacidades	M	M

Cuadro A.3/H.323 – Mensajes de señalización de canal lógico

Mensaje	Situación en el punto extremo receptor	Situación en el punto extremo transmisor
Apertura de canal lógico	M	M
Acuse de apertura de canal lógico	M	M
Rechazo de apertura de canal lógico	M	M
Confirmación de apertura de canal lógico	M	M
Cierre de canal lógico	M	M
Acuse de cierre de canal lógico	M	M
Petición de cierre de canal	M	O
Acuse de petición de cierre de canal	O	O
Rechazo de petición de cierre de canal	O	M
Liberación de petición de cierre de canal	O	M

Cuadro A.4/H.323 – Mensajes de señalización del cuadro múltiplex

Mensaje	Situación
Envío de inscripción múltiplex	F
Acuse de envío de inscripción múltiplex	F
Rechazo de envío de inscripción múltiplex	F
Liberación de envío de inscripción múltiplex	F

Cuadro A.5/H.323 – Mensajes de petición de señalización del cuadro múltiplex

Mensaje	Situación

Impreso en Suiza, Ginebra - 1996

Petición de inscripción múltiplex	F
Acuse de petición de inscripción múltiplex	F
Rechazo de petición de inscripción múltiplex	F
Liberación de petición de inscripción múltiplex	F

Cuadro A.6/H.323 – Mensajes de petición de modo

Mensaje	Situación en el punto extremo receptor	Situación en el punto extremo transmisor
Petición de modo	M	O
Acuse de petición de modo	M	O
Rechazo de petición de modo	O	M
Liberación de petición de modo	O	M

Cuadro A.7/H.323 – Mensajes de retardo de ida y vuelta

Mensaje	Situación en el punto extremo receptor	Situación en el punto extremo transmisor
Petición de retardo de ida y vuelta	M	O
Respuesta de retardo de ida y vuelta	O	M

Cuadro A.8/H.323 – Mensajes de bucle de mantenimiento

Mensaje	Situación en el punto extremo receptor	Situación en el punto extremo transmisor
Petición de bucle de mantenimiento		
Bucle de sistema	F	F
Bucle de medios	O (nota)	O (nota)
Bucle de canal lógico	F	F
Acuse de bucle de mantenimiento	O	O
Rechazo de bucle de mantenimiento	O	M
Desconexión de bucle de mantenimiento	M	O
NOTA – Obligatorio en las pasarelas.		

Cuadro A.9/H.323 – Instrucciones

Mensaje	Situación en el punto extremo receptor	Situación en el punto extremo transmisor
Envío del conjunto de capacidades del terminal	M	M
Cifrado	O	O
Control del flujo	M	O
Finalización de la sesión	M	M
Instrucciones varias		
Igualación de retardo	O	O
Ausencia de retardo	O	O
Instrucción modo multipunto	M	O
Cancelación de instrucción modo multipunto	M	O
Instrucción a vídeo sobre congelación de imagen	M	O
Instrucción a vídeo sobre actualización rápida de imagen	M	O
Instrucción a vídeo sobre actualización rápida de grupo de bloques (GOB, *group of blocks*)	M	O
MB actualización rápida de vídeo	M	O
Instrucción a vídeo sobre compromiso resolución espacial-temporal	O	O
Instrucción a vídeo sobre sincronización cada GOB	O	O
Cancelación de instrucción a vídeo sobre sincronización cada GOB	O	O
Indicación de ubicación de MC	M	O
Petición de ID de terminal	O	O
Petición de lista de terminales	O	O
Difúndame	O	O
Cancelación de "Difúndame"	O	O
Ponga al terminal en difusor	O	O
Envíe esta fuente	O	O
Cancelación de "Envíe esta fuente"	O	O
Exclusión de terminal	O	O
Cédame la presidencia	O	O
Cancelación de "Cédame la presidencia"	O	O
Exclusión de conferencia	O	O
Introduzca contraseña H.243	O	O
Introduzca ID de terminal H.243	O	O
Introduzca ID de conferencia H.243	O	O

Impreso en Suiza, Ginebra - 1996

Petición de ID de terminal	O	O
Respuesta de ID de terminal	O	O
Respuesta de lista de terminales	O	O
Rechazo de instrucción vídeo	O	O
Respuesta a "Cédame presidencia"	O	O

Cuadro A.10/H.323 – Instrucciones del modo conferencia

Mensaje	Situación en el punto extremo receptor	Situación en el punto extremo transmisor
Instrucción modo de comunicación	M	O
Petición de modo de comunicación	O	O
Respuesta de modo de comunicación	O	O

Cuadro A.11/H.323 – Indicaciones

Mensaje	Situación en el punto extremo receptor	Situación en el punto extremo transmisor
Función no sustentada	M	M
Indicaciones varias		
Canal lógico activo	O	O
Canal lógico inactivo	O	O
Conferencia multipunto	M	O
Cancelación de conferencia multipunto	M	O
Indicación multipunto de ausencia de comunicación	O	O
Cancelación de indicación multipunto de ausencia de comunicación	O	O
Indicación multipunto de estatuto secundario	O	O
Cancelación de indicación multipunto de estatuto secundario	O	O
Indicación de vídeo preparado para activación	O	O
Indicación de vídeo sobre compromiso resolución temporal-espacial	O	O
Número SBE	O	O
Número de terminal de asignación	M	O
Terminal incorporado a conferencia	O	O
Terminal retirado de conferencia	O	O

Visto al menos por otro	O	O
Cancelación de "Visto al menos por otro"	O	O
Visto por todos	O	O
Cancelación de "Visto por todos"	O	O
Terminal que está usted viendo	O	O
Petición de la palabra	O	O
Indicación de fluctuación	O	O
Indicación de asimetría H.223	F	F
Indicación de asimetría máxima H.225.0	O	M
Indicación de nuevo canal virtual ATM	F	F
Entrada de usuario	M (para 0-9, * y #)	M (para 0-9, * y #)

Se admiten instrucciones, peticiones, etc. no normalizadas.

APÉNDICE I

Procesamiento de los mensajes de la Recomendación Q.931 en las pasarelas

La pasarela deberá terminar el canal de señalización de llamada de la Recomendación Q.931 entre un punto extremo de la Recomendación H.323 y la pasarela, por un lado, y el canal de señalización de llamada (si existe alguno) entre la pasarela y el punto extremo de RCC por el otro. Lo que sigue es aplicable solamente si el lado RCC admite un protocolo de señalización de llamada tal como el de la Recomendación Q.931 o el de la Recomendación Q.2931.

La pasarela se atendrá a los procedimientos de señalización de llamada recomendados para el lado RCC con independencia del lado LAN, y se atendrá a los procedimientos de señalización de llamada de la presente Recomendación para el lado LAN con independencia del lado RCC.

Es posible, además, que se requiera reenviar los mensajes de señalización recibidos de un lado (LAN/RCC) al otro (RCC/LAN). Algunos de los mensajes reenviados pueden contener elementos de información o partes de elementos de información que no son modificados o interpretados por la pasarela. Otros mensajes reenviados pueden contener elementos de información o partes de elementos de información que pueden ser añadidos o eliminados por la pasarela, según se necesite.

En lo que sigue se da una visión de conjunto de las acciones que ha de realizar la pasarela en respuesta a los mensajes de la Recomendación Q.931 y los elementos de información. No se tienen en cuenta los mensajes y elementos de información prohibidos en la Recomendación H.225.0.

Los mensajes Q.931 originados en el lado H.323 son como sigue:

- Un mensaje Establecimiento dará lugar a la iniciación del procedimiento de establecimiento de la llamada como se define para el lado RCC.
- Un mensaje Liberación completa dará lugar a la iniciación de la desconexión de la llamada como se define para el lado RCC.
- Un mensaje Llamada en curso será reenviado al lado RCC. No lo será en cambio si se ha enviado antes un mensaje Llamada en curso a la RCC en cumplimiento de la

especificación RCC correspondiente (Recomendación Q.931 en el caso de la RDSI).

- Un mensaje Conexión será reenviado al lado RCC tras recibirlo procedente de un punto extremo H.323.
- Un mensaje Acuse de conexión será reenviado al lado RCC tras su recepción. No lo será en cambio si se ha enviado antes un mensaje Acuse de conexión a la RCC en cumplimiento de la especificación RCC correspondiente. Si la pasarela ha enviado un mensaje Conexión a un punto extremo H.323 y no ha recibido el correspondiente mensaje Acuse de Conexión del punto extremo H.323 dentro del plazo de tiempo requerido para la compleción satisfactoria de la llamada, generará el mensaje Acuse de conexión hacia el lado RCC según proceda para completar los procedimientos de establecimiento de la llamada RCC.
- Los mensajes para servicios suplementarios (Facilidad, Retención, Acuse de retención, Rechazo de retención, Recuperación, Acuse de recuperación, Rechazo de recuperación e información), que no son procesados por la pasarela, serán reenviados al lado RCC.
- Todos los mensajes que esté prohibido originar desde un punto extremo H.323 serán generados por la pasarela de manera autónoma, según lo requerido por el protocolo RCC.

Los elementos de información de los mensajes respectivos se convierten como sigue:

- Los contenidos de los elementos de información específicos de la conexión (tales como el de valor de referencia de la llamada) se adaptarán según lo requerido por el protocolo RCC.
- Los elementos de información que no se utilicen en el lado H.323 serán generados por la pasarela según lo requerido por el protocolo RCC.
- La conversión de otros elementos de información se hará según lo requerido por los protocolos y procedimientos RCC. Cuando no exista interoperabilidad, la conversión se deja a criterio del fabricante.
- Sólo la parte datos de usuario del elemento de información usuario a usuario será reenviada al lado RCC. Se codificará de nuevo de conformidad con la figura 4-36/Q.931 y el cuadro 4-26/Q.931.

Todos los mensajes Q.931 que se originan en el lado RCC son reenviados al punto extremo H.323 sin modificación, con las salvedades siguientes:

- Los mensajes prohibidos por la Recomendación H.225.0 no serán transferidos al lado H.323.
- El valor de referencia de la llamada se hace corresponder con el valor apropiado del lado H.323.
- El campo datos de usuario se copia en la estructura del elemento de información usuario a usuario ASN.1 correspondiente.
- La estructura del elemento de información usuario a usuario se generará de acuerdo con lo especificado en la Recomendación H.225.0.

UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

RECOMENDACIÓN G.711

MODULACIÓN POR IMPULSOS CODIFICADOS (MIC) DE FRECUENCIAS VOCALES

Consideraciones generales

Se recomienda el empleo de las siguientes características para la codificación de señales de frecuencias vocales.

Velocidad de muestreo

El valor nominal recomendado es de 8000 muestras por segundo con una tolerancia de ± 50 partes por millón (ppm).

Ley de codificación

Para los circuitos internacionales deben utilizarse ocho dígitos binarios por muestra.

Se recomiendan dos leyes de codificación, designadas ley A y ley μ. Las definiciones de estas leyes se encuentran en los cuadros 1a/G.711 y 1b/G.711, y en los cuadros 2a/G.711 y 2b/G.711, respectivamente.

Si se utiliza la ley μ en redes que requieran la supresión de la señal de carácter "todos 0", la señal de carácter correspondiente a valores de entrada negativos comprendidos entre valores de decisión 127 y 128, será 00000010, y el valor a la salida del decodificador será –7519. Al valor de salida del decodificador corresponde el número 125.

El número de valores cuantificados viene dado por la ley de codificación.

Los trayectos digitales entre países que hayan adoptado leyes de codificación diferentes deberán efectuar la transmisión con señales codificadas según la ley A. Cuando los dos países hayan adoptado la misma ley, deberá utilizarse esa ley en los trayectos digitales entre los mismos. Incumbirá a los países que utilicen la ley μ efectuar toda conversión necesaria.

Las reglas para la conversión se dan en los cuadros 3/G.711 y 4/G.711.

Conversión a MIC uniforme y a partir de ella

Cada "valor de decisión" y "valor cuantificado" de ley A (o μ) debe asociarse a un "valor MIC uniforme". Esto requiere la aplicación de un código MIC uniforme con 13 (14) bits. En los cuadros 1/G.711 y 2/G.711 se indica la transformación del MIC de ley A y del MIC de ley μ,

respectivamente, a MIC uniforme. La conversación de los valores de ley A o ley μ a partir de los valores de MIC uniforme correspondientes a los valores de decisión figurará en las especificaciones de cada equipo. En el § 4.2.8 de la Recomendación G.721, subbloque COMPRESS, se describe una opción.

Transmisión de señales de carácter

Cuando se transmiten en serie las señales de carácter, esto es, consecutivamente en un medio físico, el bit 1 (bit de polaridad) se transmite en primer lugar y el bit 8 (el bit menos significativo) en último lugar.

Relación entre las leyes de codificación y el nivel de la señal de frecuencias vocales

La relación entre las leyes de codificación de los cuadros 1/G.711 y 2/G.711 y el nivel de la señal de frecuencias vocales se define como sigue:

En una salida de frecuencias vocales cualquiera del multiplexor MIC debe haber una señal sinusoidal de 1 kHz con un nivel nominal de 0 dBm0 al aplicarse a la entrada del decodificador la secuencia periódica de señales de carácter del cuadro 5/G.711 para la ley A y del cuadro 6/G.711 para la ley μ.

El nivel de sobrecarga teórica resultante ($T_{máx.}$) es de +3,14 dBm0 para la ley A y de +3,17 dBm0 para la ley μ.

Es aceptable la utilización de otra secuencia periódica digital que representa una frecuencia de referencia nominal de 1020 Hz con un nivel nominal de –10 dBm0 (valor preferido, véase la Recomendación O.6) ó 0 dBm0, a condición de que la precisión teórica de esa secuencia no difiera más de ± 0,03 dB con respecto a un nivel de –10 dBm0 ó 0 dBm0, respectivamente. De conformidad con la Recomendación O.6, la tolerancia de frecuencia especificada debe ir de 1020 Hz – 7 Hz a 1020 Hz + 2 Hz.

Si se utiliza una secuencia que representa un nivel de –10 dBm0, el nivel nominal en las salidas de frecuencias vocales debe ser de –10 dBm0.

CUANTIFICACION NO UNIFORME –LEYES DE COMPRESION.

El fin de la cuantificación no uniforme es el de variar el valor del cuanto, aumentando el número de los niveles en la proximidad del punto cero de la corriente alterna y reduciéndolos a los niveles más altos. Así se protegerán las señales más débiles, porque en correspondencia de estas disminuirá el ruido a cargo de las señales más fuertes, que en cambio gozarán de un menor número de niveles con arreglo a la cuantización uniforme.

El CCITT (ahora UIT-T) especificó dos leyes de compresión de segmentos de recta, la Recomendación G.711, llamada ley A y ley μ.

LEY A.

Esta tiene 13 segmentos de recta que reproducen con aproximación una curva logarítmica, y corresponden a las siguientes fórmulas.

$$y = Ax/(1+\ln x) \qquad \text{por } 0 < |x| < 1/A$$

$$y = (1+\ln Ax)/(1+\ln A) \quad \text{por } 1/A < |x| < 1$$

A = Coeficiente numérico de valor 87.5

X = Relación entre el valor instantáneo de la señal de entrada al compresor y el valor máximo V alcanzable por dicha señal.

Y = Relación entre el rango del nivel de cuantificación y el número total de niveles de cuantificación.

En realidad hay 16 segmentos de recta, 8 para las semiondas positivas y 8 para las semiondas negativas. Hay 3 segmentos que por encontrarse alineados constituyen un solo segmento, siendo 13 el número total de los segmentos.

- Se considera una codificación binaria de 8 bits, así que hay 256 niveles de codificación, 128 para codificar las señales positivas y 128 para codificar las señales negativas.

- En las abcisas x se señalan los niveles de cuantificación relativos a la forma de onda aplicada en la entrada, con la hipótesis de una cuantificación uniforme para dichos niveles.

- En las ordenadas y se da el número de los niveles de cuantificación que efectivamente interesan la forma de onda a raíz de la compresión.

A raiz de la ley de compresión establecida, los intervalos de cuantificación tienen amplitud diferente.

LEY μ

Esta ley tiene 15 segmentos de recta que reproducen con aproximación una curva logarítmica dada por las siguientes fórmulas:

$$y = \ln(1 + \mu x)/\ln(1+\mu) \qquad \text{para } x > 0$$

$$y = \ln(1 - \mu x)/\ln(1+\mu) \qquad \text{para } x < 0$$

$\mu = 255$ es un coeficiente numérico que representa el grado de compresión. Si sube μ el efecto de amplificación también sube para señales débiles.

UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

Rcomendación T.120

PROTOCOLO DE DATOS PARA CONFERENCIAS MULTIMEDIA

(Ginebra, 1996)

Introducción

Los protocolos T.120 son adecuados para su uso en muchos tipos de redes: RTPC, RDSI, RDCC, RDCP, RDSI-BA, LAN. Proporcionan la capacidad de un interfuncionamiento sin fisuras de aplicaciones entre terminales conectados a diferentes redes.

Los protocolos T.120 proporcionan:

- soporte para el establecimiento de conferencia entre un grupo de nodos de red (como son los terminales de conferencia y las MCU);
- mecanismos para identificar los nodos participantes y una lista general y un mecanismo de intercambio de capacidades;
- gestión flexible de comunicación entre cualquier combinación de estos elementos.

Los protocolos T.120 pueden manejar una o más conferencias simultáneas. Un terminal puede participar en más de una si está autorizado a hacerlo. El *convocador* de una conferencia puede controlar la participación en la misma y la información que circula por ella.

En una conferencia que admite dirección, el convocador puede delegar parte o la totalidad de la autoridad en el director. Si una conferencia entra en el modo dirigido, los protocolos de aplicación que saben que existe un director modifican su comportamiento, como especifica su protocolo para este modo de operación.

Esta Recomendación impone pocas constricciones específicas a la configuración de las conexiones entre nodos de conferencia (terminales y MCU): pero deben disponerse en una jerarquía, con un nodo único en la cima de un árbol. Los nodos pueden todos conectarse a un punto estrella, o conectarse uno a otros dos de una cadena, o a una cadena de puntos estrella, y así sucesivamente, en la medida en que esté claro, para cada conexión, qué sentido es el ascendente, y que no haya bucles. El nodo superior debe estar presente desde el comienzo de una conferencia, ya que cualquier cambio en la cumbre puede ser disruptivo.

No se impone ninguna constricción a la velocidad o al volumen de información transmitida dentro de los diversos medios; los protocolos T.120 tienen la capacidad de organizar diferentes velocidades de flujo de información, dentro de las constricciones impuestas por el tipo de red y las conexiones establecidas en la misma. Permiten que las aplicaciones establezcan prioridades relativas utilizando los protocolos T.120.

La estructura de los protocolos T.120 se describe en la cláusula 6. No todas las disposiciones de protocolos T.120 son obligatorias: T.123, T.122/125 y T.124 son obligatorias para entornos de conferencia y de trabajo en grupo. El resto son condicionales: cuando se proporciona la funcionalidad tratada por las normas, deben implementarse los protocolos normalizados de la serie T.120 (véanse en la cláusula 9 los requisitos de conformidad T.120). Esto asegura que siempre es posible obtener un nivel básico de interfuncionamiento, y no prohíbe las mejoras personalizadas y la negociación de modos propietarios, únicamente si todos los elementos participantes son capaces de soportar tales modos.

Introducción a la comunicación multimedia multipunto

Tradicionalmente los servicios de telefonía han tenido que utilizar el modo de funcionamiento punto a punto. Para las actividades de grupo, tales como reuniones, conferencias, etc., en las que intervienen participantes físicamente separados, es necesario conectar más de dos lugares. El término comunicación multipunto describe simplemente la interconexión de múltiples terminales. Normalmente, para proveer esta función se necesita un elemento de red especial, denominado unidad de control multipunto (MCU), o más simplemente un puente.

Se designa por conferencia un grupo de nodos geográficamente dispersos que se ponen en relación electrónicamente y que pueden intercambiar información audiográfica y audiovisual a través de diversas redes de comunicación.

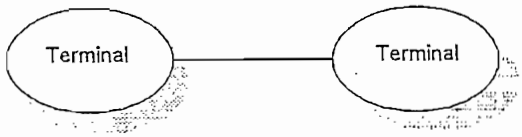
Los participantes en una conferencia pueden tener acceso a capacidades de tratamiento de diversos tipos de medios, tales como audio solamente (telefonía), audio y datos, audio y vídeo, o audio, vídeo y datos.

La serie de Recomendaciones T.120 define el componente que se utiliza para proporcionar un servicio de comunicaciones de datos, y también un servicio de gestión para cualesquiera otros medios presentes.

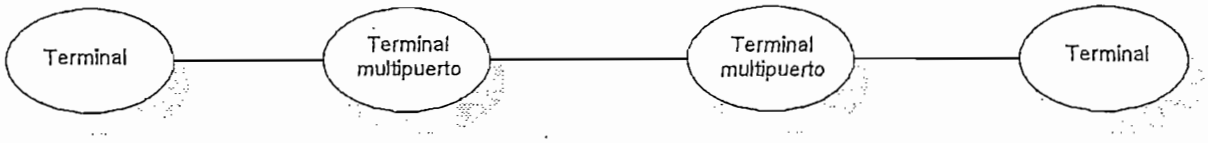
Los protocolos T.120 proveen la infraestructura necesaria para proporcionar servicios de datos a muchos tipos de conferencias y de trabajo en grupo, haciéndola adecuada para una variada gama de áreas de aplicación. Se espera que encontrarán aplicación en videotelefonía y en la conferencia audiográfica, así como en otras formas de comunicación multimedia multipunto.

Esta Recomendación considera las conexiones punto a punto como la forma más simple (un caso degenerado) de una conexión multipunto. Ambas formas de conexión son soportadas por los protocolos T.120. Los terminales con múltiples puertos de comunicación (cada uno con una pila de transporte T.120 apropiada) pueden actuar como puentes de datos T.120 y permitir que se establezcan conexiones multipunto en las que intervengan tres o más nodos. La Figura 1 b) muestra una conferencia en la que intervienen cuatro lugares con terminales multipuerto que actúan como puentes de datos.

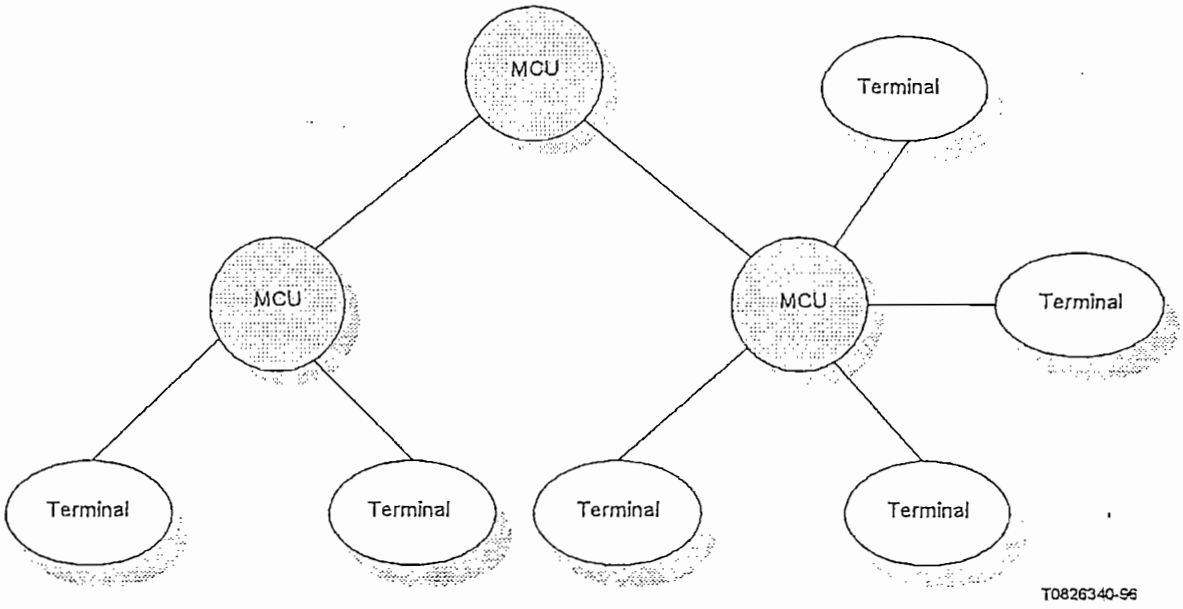
Las MCU son nodos que, normalmente, no soportan la funcionalidad de terminal. Actúan como nodos de interconexión, uniendo trenes de datos y de otros medios, presentes en las conexiones. La Figura 1 c) muestra un ejemplo de cómo pueden conectarse tres MCU para servir de puente a un grupo de terminales.



a) Punto a punto
(El caso más simple de conexión multipunto)



b) Conexión en cadena con terminales actuando como puentes de datos



c) Topología multipunto
3 MCU proporcionan conexiones para permitir a multiples terminales participar en una conferencia

FIGURA 1/T.120

Ejemplos de configuraciones de conferencia multipunto que muestran diversas topologías de conexión y diversos tipos de nodos

La Figura 2 es un ejemplo de conferencia en la que intervienen terminales de capacidades diversas, pertenecientes a múltiples redes diferentes, y a través de distintas administraciones.

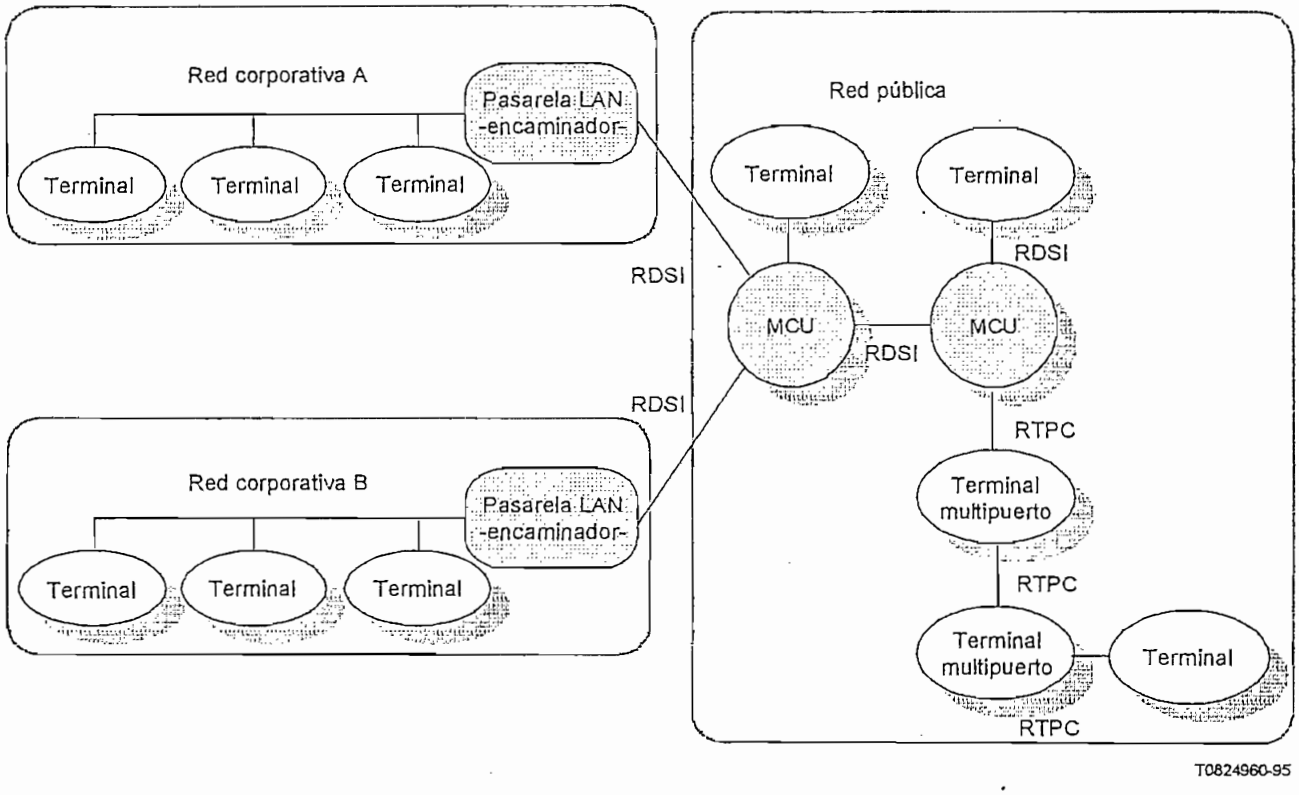


FIGURA 2/T.120

Ejemplo de topología de conferencia de red mixta

El modelo de sistema T.120

El modelo T.120 está compuesto por una infraestructura de comunicaciones y los protocolos de aplicación que hacen uso de la misma. La Figura 3 muestra el modelo completo con aplicaciones normalizadas y no normalizadas. El modelo sirve para mostrar el alcance de la serie T.120 de Recomendaciones (se indica con fondo sombreado) y la relación entre cada una de las Recomendaciones y otros componentes del sistema.

Generalmente, cada capa proporciona servicios a la capa superior y comunica a su par (o pares) enviando unidades de datos de protocolo (PDU, *protocol data units*) a través de servicios proporcionados por la capa inferior.

En esta cláusula se tratará cada uno de los niveles funcionales de la Figura 3: aplicaciones de usuario, protocolos de aplicación, controladores de nodos, infraestructura de comunicaciones y redes.

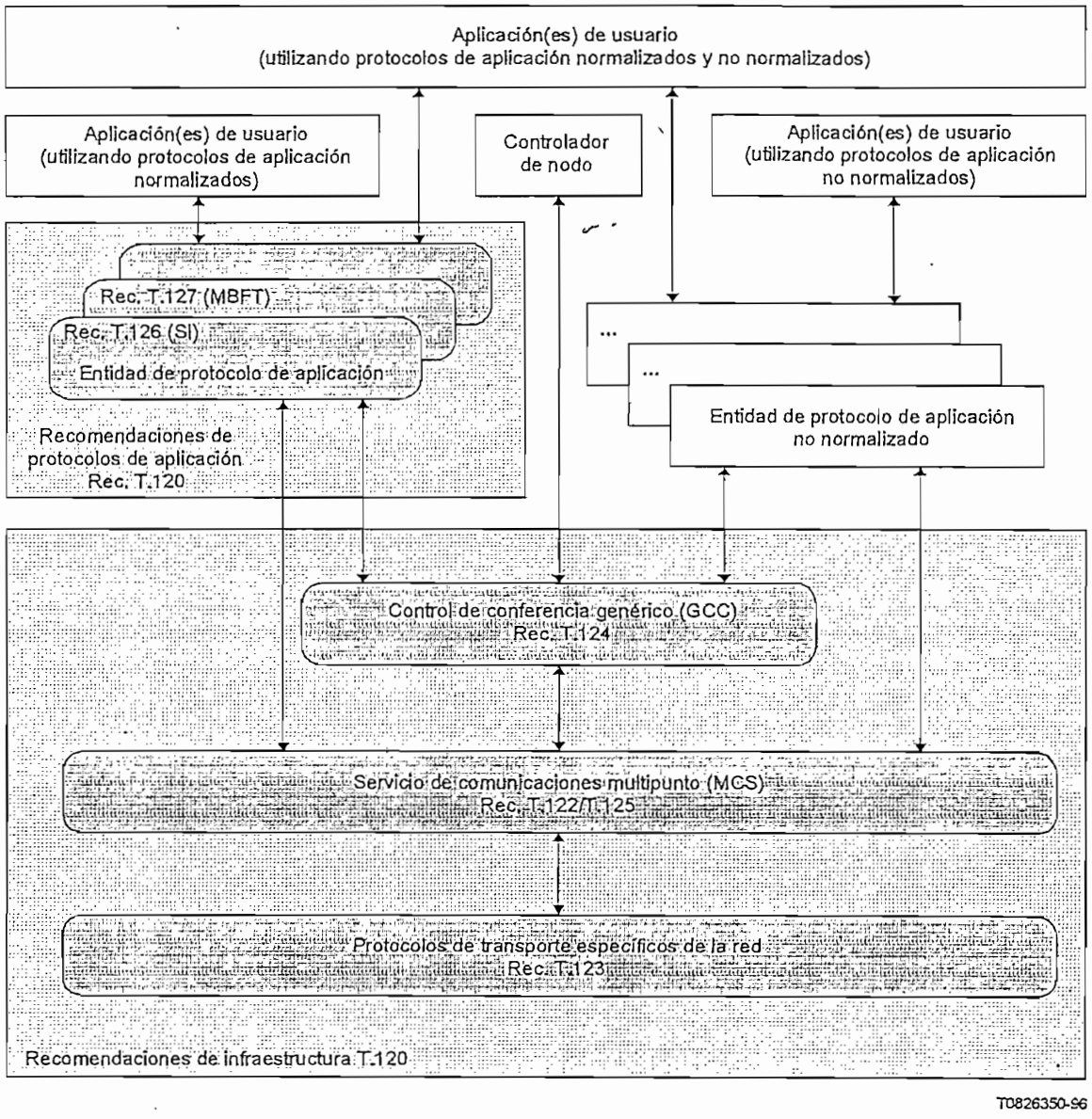


FIGURA 3/T.120

Modelo de sistema T.120

Aplicaciones de usuario

Las aplicaciones *per se* no son objeto de normalización en la serie T.120. Las aplicaciones que utilizan los servicios ofrecidos por la serie T.120 serán en general conscientes del modo multipunto, y estarán diseñadas para utilizar los servicios T.120 proporcionados por el GCC y el MCS. Estas aplicaciones se denominan aplicaciones de usuario y pueden utilizar cualquier combinación de protocolos normalizados y no normalizados para comunicar con aplicaciones de usuario pares. El entorno T.120 soporta múltiples aplicaciones de usuario que funcionan concurrentemente en la misma conferencia

proporcionando mecanismos para que las aplicaciones coordinen el uso de los recursos de comunicaciones. La plantilla de aplicación genérica (Recomendación T.121) proporciona orientación a los desarrolladores de aplicaciones de usuario sobre el modo de utilizar la infraestructura T.120 de una manera coherente y consecuente. Una aplicación de usuario trata las tareas que no producen un efecto directo en el interfuncionamiento (por ejemplo, una interfaz de usuario) y que pueden por tanto ser específicas del producto y de la plataforma. La influencia de la aplicación de usuario se hace sentir en otros emplazamientos por los protocolos de aplicación empleados.

Protocolos de aplicación

Los protocolos de aplicación comprenden un conjunto de unidades de datos de protocolo (PDU) y acciones asociadas para la comunicación par a par(es) de aplicación. Pueden ser protocolos propietarios o haber sido normalizados por el UIT-T u otros órganos de normalización internacionales o nacionales. La serie T.120 incluye un conjunto de protocolos de aplicación destinados a satisfacer las necesidades de la conferencia multipunto. Estos protocolos definen requisitos mínimos a fin de asegurar el interfuncionamiento entre diferentes implementaciones. Recomendación T.127 proporciona transferencia de ficheros multipunto. La Recomendación T.126 proporciona visualización y anotación de imágenes fijas, pizarra compartida y facsímil. Una determinada aplicación puede utilizar cualquier combinación de protocolos de aplicación normalizados y no normalizados.

Una entidad de protocolo de aplicación es una instancia de un protocolo de aplicación. Puede considerarse que comprende dos componentes funcionales: el gestor de recursos de aplicación (ARM, *application resource manager*), que proporciona la funcionalidad genérica pertinente a todos los protocolos; y el elemento de servicio de aplicación (ASE, *application service element*), que proporciona la funcionalidad específica de aplicación. Ambos se describen más detenidamente en la Recomendación T.121, que es la Recomendación relativa a la plantilla de aplicación genérica. La Recomendación T.121 presenta plantillas y directrices que pueden ayudar en la definición de nuevos protocolos de aplicación.

Controlador de nodo

El controlador de nodo es el elemento que proporciona el cometido de gestión T.120 en un terminal o MCU. Envía primitivas al proveedor GCC que inicia y controla la sesión de comunicación. El propio controlador de nodo cae fuera del alcance de las Recomendaciones de la serie T.120, y sólo cuando comunica con el GCC se definen sus interfaces. Sin embargo, una interacción correcta con el GCC impone algunos requisitos normativos en el controlador de nodo.

Infraestructura de comunicaciones

La infraestructura de comunicaciones proporciona conectividad multipunto con entrega de datos fiable. Puede acomodar simultáneamente múltiples aplicaciones independientes utilizando el mismo entorno multipunto. Las conexiones entre nodos pueden efectuarse mediante cualquier combinación de redes de telecomunicaciones con conmutación de circuitos y LAN y redes de datos por paquetes. La infraestructura T.120 se compone de tres componentes normalizados: control de conferencia genérico (GCC), el servicio de

comunicación multipunto (MCS) y perfiles de protocolo de transporte para cada una de las redes soportadas.

Control de conferencia genérico

El GCC proporciona un conjunto de servicios para establecer y gestionar la conferencia multipunto. Proporciona control de acceso y arbitraje de capacidades. Las facilidades GCC son utilizadas por aplicaciones para coordinar el uso de canales y testigos MCS. Pueden utilizarse facilidades GCC para interrogar a una MCU o nodo de terminal multipuerto para encontrar una conferencia deseada. Múltiples aplicaciones pueden estar activas en un nodo cualquiera, y pueden ser iniciadas, utilizadas y cerradas dinámicamente durante una conferencia. Como parte del cometido de gestión, los proveedores GCC pares intercambian información sobre las aplicaciones presentes y sus capacidades. El GCC también pone a disposición de aplicaciones una facilidad de registro centralizada a fin de identificar recursos asignados dinámicamente, tales como canales y testigos.

Servicio de comunicaciones multipunto

El MCS proporciona un servicio de datos multipunto, de tipo general, orientado a la conexión. Reúne conexiones de transporte punto a punto y las combina para formar un dominio multipunto. Dentro de ese dominio se proporciona un gran número de canales lógicos que pueden permitir la entrega de datos de uno a uno, de uno a muchos y de muchos a uno. Los nodos dentro de un dominio MCS están jerárquicamente organizados en una estructura arboriforme. La entrega de datos sigue normalmente el trayecto más eficiente a los nodos que han de recibir los datos, pero se proporciona un mecanismo para garantizar que datos originados en diferentes nodos se reciban en la misma secuencia en todos los nodos. El MCS actúa como un proveedor de recursos a las capas superiores, independientemente de la red subyacente; proporcionando recursos de canales y de testigos por demanda. Se proporcionan testigos para que las aplicaciones los utilicen con el fin de coordinar eventos y procesos.

Protocolos de transporte específicos de la red

La Recomendación T.123 proporciona la entrega de datos secuenciada punto a punto fiable de PDU de MCS y segmentación de esos datos si es necesario. La Recomendación T.123 especifica una pila de protocolos para cada red concreta soportada. La Recomendación T.123 presenta una interfaz de servicio de transporte OSI uniforme a la capa MCS superior.

Redes

La serie T.120 permite la operación a través de las redes siguientes:

- RDSI - Red digital de servicios integrados, definida en las Recomendaciones de la serie I.
- RDCC - Red digital con conmutación de circuitos, y otros circuitos digitales (conmutados o permanentes)
- RDCP - Red digital con conmutación de paquetes que utiliza la Recomendación X.25.

- RTPC - Red telefónica pública conmutada (o servicio compatible).
- La utilización de la presente Recomendación en otras redes tales como RDSI-BA y LAN queda en estudio. En el futuro pueden definirse otros perfiles de pila de protocolos.

El planteamiento tomado de la arquitectura T.120 conduce a la localización de la información de encaminamiento multipunto en el MCS por encima de las pilas de transporte, que es la clave para la independencia de red que puede obtenerse con esta Recomendación.

Recomendaciones de infraestructura T.120

Los protocolos T.120 están diseñados para operar en una amplia gama de redes y ciertamente para facilitar la comunicación entre puntos extremos en una combinación de redes. Las diferencias en la operación T.120 de las diversas redes se limitan a las capas más bajas, como se detalla en la Recomendación T.123.

Pilas de protocolos para conferencia audiográfica y audiovisual - Recomendación T.123

La Recomendación T.123 define las pilas de protocolos de transporte específicas de la red para cada red soportada. Por lo general, se seleccionan protocolos de capa de enlace existentes apropiados para cada red, que se hacen corresponder luego en una capa de interfaz común, definiendo así un perfil de transporte para una determinada red. A nivel de transporte, la conferencia se percibe como un grupo de pares conectados punto a punto (diferentes pares pueden estar en diferentes redes). El servicio de comunicación multipunto (MCS) toma los pares de transporte de la capa inferior y los hace corresponder con un dominio multipunto. Véase la Figura 4.

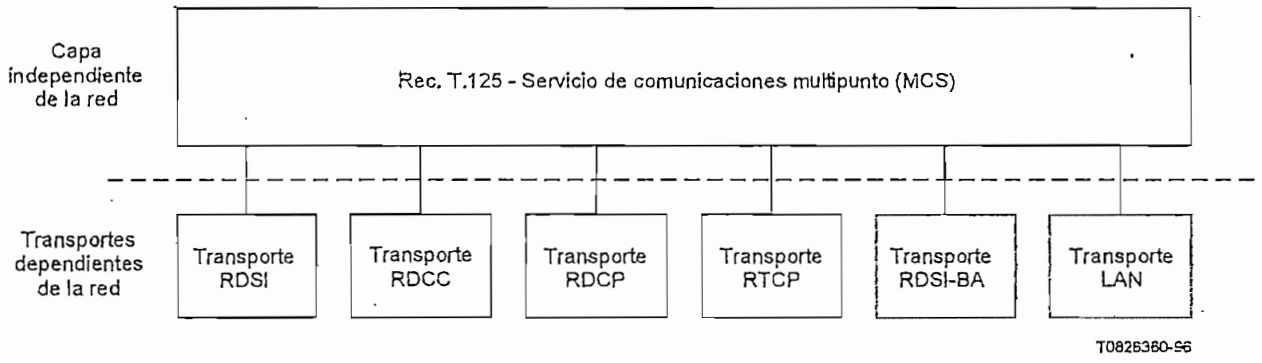


FIGURA 4/T.120

Pilas de protocolos - Definidas en la Recomendación T.123

Recomendaciones de protocolos de aplicación

La serie T.120 incluye protocolos de aplicación que proporcionan la funcionalidad comúnmente requerida a las aplicaciones de usuario, asegurando así un nivel garantizado de interfuncionamiento en una variada gama de terminales con capacidades diferentes.

Ampliaciones propietarias a protocolos normalizados

Se pueden hacer ampliaciones a un protocolo normalizado utilizando la PDU u otros elementos no normalizados que han sido reservados en las especificaciones pertinentes para uso propietario.

Protocolos de aplicación no normalizados

La provisión de funcionalidad adicional puede hacerse mediante la creación de protocolos de aplicación propietarios adicionales que utilizan los recursos del MCS y del GCC. Cuando se definen protocolos propietarios, se recomienda utilizar la plantilla de aplicación genérica (Recomendación T.121) como el modelo para el componente genérico de protocolo de aplicación, el gestor de recursos de aplicación. En la Recomendación T.121 se dan directrices sobre la ampliación, modificación y reutilización de protocolos de aplicación existentes. Una entidad de protocolo de aplicación no normalizado tiene que utilizar el GCC de tal manera que no se corra el riesgo de entrar en conflicto con otras entidades de protocolo de aplicación. En particular, no utilizará canales estáticos ni testigos estáticos, y deberá enrolar utilizando una clave de protocolo de aplicación no normalizado.

Conformidad T.120

Para su utilización en un entorno de conferencias multimedia, esta Recomendación requiere:

- conformidad con el perfil de pila de protocolos de transporte (Recomendación T.123) para las redes seleccionadas;
- conformidad con el protocolo del servicio de comunicación multipunto (Recomendación T.125);
- conformidad con las partes obligatorias del control de conferencia genérico (Recomendación T.124);
- conformidad con las partes obligatorias de cualesquiera protocolos de aplicación normalizados cuyo alcance cubra la funcionalidad soportada por las aplicaciones de usuario.

La conformidad con esta Recomendación se especifica en el Cuadro 1.

Dentro de cada elemento exponen claramente las opciones dentro de cada norma requerida; por tanto, salvo que se indique otra cosa, en este cuadro, la conformidad corresponde a la mínima exigencia de la norma.

CUADRO 1/T.120

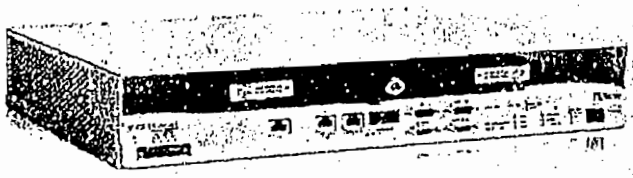
Tabla de conformidad T.120

Elemento (Rec.)	Carácter	Condición
T.121	Condicional	Obligatorio cuando es especificado por un protocolo de aplicación.
T.123	Obligatorio	Perfil de modo básico, según el tipo de red.
T.124 (GCC)	Obligatorio	Elementos de protocolo obligatorios - Se especifican en el Cuadro 6-1/T.124, según el tipo de nodo. Elementos de protocolo condicionales - Requisito dependiente de las necesidades de los protocolos de aplicación que han de ser soportados en el nodo. Además: un nodo que intente entrar en una conferencia existente mediante una petición GCC-Incorporación-conferencia (GCC, *conference-join*) especificará exactamente los mínimos y máximos de los valores de los parámetros de dominio MCS definidos en el Anexo B como su gama de negociación admitida.
T.125 (MCS)	Obligatorio	El protocolo definido es obligatorio. Los valores de parámetros de dominio seleccionados para un dominio MCS caerán dentro de las gamas definidas en el Anexo B.
T.126 (MSIA)	Condicional	Obligatorio cuando un nodo utiliza una o más de las siguientes características: • intercambio de imágenes fijas en copia registrada; • intercambio de imágenes fijas en copia impresa (incluido fax); • funcionalidad de pizarra compartida; • intercambio de imágenes fijas en copia registrada, anotadas. En todos estos casos, deberá ser posible activar la sesión de base normalizada para la Recomendación T.126, con la misma finalidad. El Anexo A/T.126 define las partes de la Recomendación T.126 que son obligatorias para cada una de las funciones indicadas.
T.127 (MBFT)	Condicional	Obligatorio para aplicaciones de transferencia de ficheros de uso general. Deberá ser posible activar la sesión de base estándar para la Recomendación T.127.

ANEXO # 4

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS APARATOS A EMPLEARSE

License-Free Wireless Fast Ethernet Bridges (100BaseT)



The Tsunami wireless bridges provide full-duplex 100BaseT (fast Ethernet) connectivity under license-free regulations (ISM). Under these regulations, these radio bridges require no frequency coordination or licensing, resulting in 'instant' connectivity of 100BaseT access for line-of-sight distances beyond 15 miles.

Tsunami 100BaseT connections transport up to 45 Mbps full-duplex (90 Mbps total) for data communications. In addition a T1 connection is provided alongside the 100BaseT connection for direct PABX connectivity for combined voice and data WANs. Additional services such as voice orderwire and auxiliary data are also provided.

Tsunami wireless bridges provide high-speed connections that are more reliable than fiber or wire. These radios provide significant cost savings, compared to leased-line connections and also allow fast and easy connections where wire or fiber access is impossible or too costly.

- No operating license required (in many countries)
- 45 Mbps full-duplex throughput (90 Mbps total)
- Wayside T1
- Frequency Range: Single Channel: 5725-5825 MHz Dual Channel:: 5250-5350 MHz & 5725-5825 MHz
- Compliant with FCC (United States) Part 15.401 (U-NII) and IC (Canada) RSS-210 (LE-LAN) rules
- Point-to-point communications from less than 1 mile to more than 15 miles
- Wide DC Power Input ± 20 to ± 63 V
- Wide operational temperature
- Built-in loopback, far-end monitoring and orderwire
- 2 Year Warranty

Applications

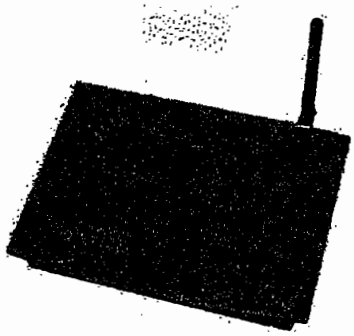
The Tsunami wireless bridges are ideal for backbone connections of ISPs and CLECs to establish new points of presence. They also may be used for spurs to connect direct enterprise customers to the PoP. Enterprises may connect WAN and PABX connections between campus locations using the Tsunami.

System	
Frequency Band (single Ch)	5725-5825 MHz
(dual Ch)	5250-5350 MHz & 5725-5825 MHz
Capacity	44,736 Mbps + E1
Antenna Connector	N-type female
Output Power (single Ch)	+27 dBm, +30 dBm typical
Output Power (dual Ch)	+20 dBm, +23 dBm typical +27 dBm, +30 dBm typical
RF Attenuation Range	20 dB, minimum
Receiver Threshold	-79 dBm, BER=1x10^{-6}
System Gain (single Ch)	120 dB
(dual Ch)	113 dB
Maximum Receive Level	-5 dBm, error free +10 dBm, no damage
Modulation	QQPSK
Regulatory Compliance	FCC Part 15.401, Class B IC RSS210
Data Interface	
Digital Interface	100BaseTX/FX
Connector	RJ-45/ST
Compliance	IEEE 802.3
Wayside DS-1	DSX-1[1]
Connector	RJ-48C, DB-9 female i
Line Code	B8ZS or AMI, selectable
Line Build Out	0 to 660 feet, selectable
Blue Code	AIS (Alarm Indication Signal)
Far-end Loopback	Remote, external source

Auxiliary Connections	
Orderwire Handset	2-wire, RJ-11
VF Orderwire Bridge	600 Ohm balanced, 4 wire, 0 dBm, DB25 female
Diagnostics Port	RS-232 (craft), DB9
NMS	10BaseT (HTTP, SNMP)
Aux Data Port	RS-232/RS-422, (Clear Service Channel) 9600 baud, DB9
Alarm Port	2 Form C, 6 TTL, DB25
Test Points	Output power, near & far-end RSL
Power/Environment	
DC Power	±20 do ±63 Volts, <45 Watts
Optional AC Adapter	100-250 Volts, 50-60 Hz
Power Connector	6-pin barrier strip, plug in
Operational Temperature	-30 to +65°C
Humidity	0 to 95% non-condensing
Altitude	15 000 feet, maximum
Physical	
Size (WxHxD)[2]	17,2 x 3,5 x 14,5 inches (2RU)
Weight	11 pounds

Teletronics International Inc.

24/48 Mbps Access Point (IEEE 802.11)
WL5800-AP-5



This IEEE 802.11 compatible Access Point provides seamless connectivity to wired ethernet and PC networks as Access Point, as bridge between two wired/wireless networks or as repeater. At 44/90Mbps these low cost access points are ideally suited for wireless Internet or point to point wireless bridge applications.

In conjunction with the latest state of the art **SmartAmps** TM the range and power of these access points are increased many folds. Complete package with **SmartAmps** (amplifiers), high gain directional antennas and cables (all sold separately) is available at discount price.

Equally suitable for both fixed and mobile installations.

Specifications

Protocol	IEEE 802.11 Compliant Specification IEEE 802.1 d Spanning Tree
Modulation	Direct Sequence Spread Spectrum
Frequency Band	5.8 GHz (ISM band)
Band Width	5.725 GHz – 5.850 GHz (ISM band) ; 14 Channel
Sensitivity	-90 dBm
Power Tx	17 dBm (50mW) ; 27 dBm (500mW) with optional amplifier
Tx/Rx Range	Up to 350 meter (in free space); 50 Km (with optional amplifier and antenna)
Data Rate	24 Mbps ---- 48 Mbps (Ethernet, RJ – 45 Connection)
RF Connector	SMA Reverse Polarity
Network Interface	10 Base – T
Power Consumption	Stand by:180mA (90% of time) RX:290mA(5%); TX:350mA(5%)(O/P 50mW)
Regulatory Approval	FCC Part 15, CE ETS

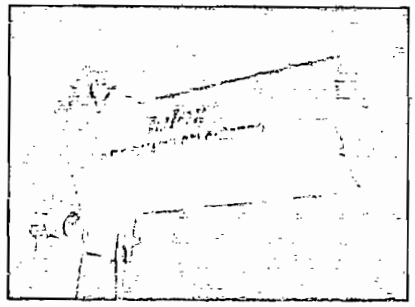
TELETRONICS INTERNATIONAL, INC 1803 Research Blvd, Suite 404. Rockville MD 20850 Tel: 301 3098500, Fax: 301 3098851

Wireless Products Group

Bringing Innovation to the Wireless Workplace

5.8 GHz Antennas

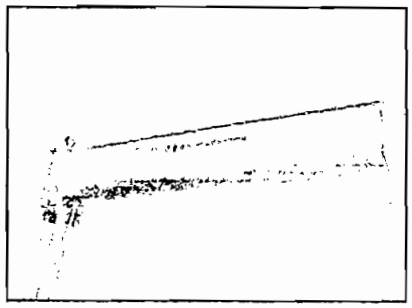
NEW - Model 5815AA
14 dBi Yagi for U-NII



This WLAN/U-NII antenna is a totally enclosed 16 element Yagi antenna for the 5725 to 5825 MHz frequency band. It is designed to be used as a bridge antenna between two networks or for point to point communications. It has a nominal VSWR of 1.5:1 and is less than 2:1 over the entire frequency band. The gain is 14 dBi and the half-power beamwidth is 30 degrees. This antenna is normally mounted on a mast and is vertically polarized. (PATENT PENDING)

View technical data

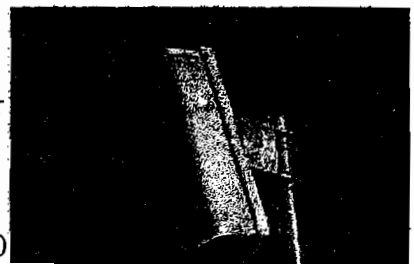
NEW - Model 5816AA
17.5 dBi Yagi for U-NII



This WLAN/U-NII antenna is a totally enclosed 34 element Yagi antenna for the 5725 to 5825 MHz frequency band. It is designed to be used as a bridge antenna between two networks or for point to point communications. It has a nominal VSWR of 1.5:1 and is less than 2:1 over the entire frequency band. The gain is 17.5 dBi and the half-power beamwidth is 19 degrees. This antenna is normally mounted on a mast and is vertically polarized. (PATENT PENDING)

View technical data

NEW - Model 5840AA
15 dBi Panel for WLAN



This antenna was designed for WLAN applications for frequencies of 5725 MHz to 5825 MHz. The antenna has a beamwidth of 90 degrees with a gain of 15 dBi when measured at the standard SMA jack coax connector. This antenna is an excellent choice for a 90

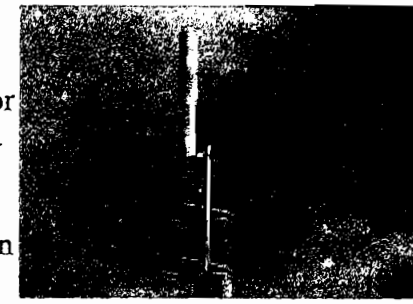
degree sector antenna. This antenna's mounting bracket features a 0 to 20 degree down tilt adjustment. It is designed to mount to a round mast or a wall.

Azimuth technical data

Elevation technical data

View technical data

NEW - Model 5830AA
12 dBi Omni for WLAN



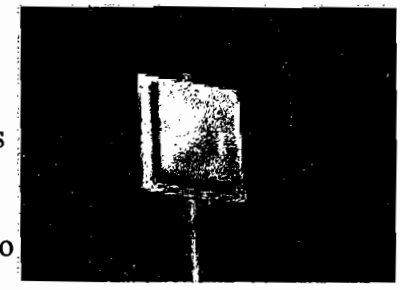
This antenna was designed for WLAN applications for frequencies of 5725 MHz to 5825 MHz. The antenna is omnidirectional and has a nominal gain of 7.5 dBi when measured at the standard SMA jack coax connector. This antenna is designed to be mounted on a round mast.

Azimuth technical data

Elevation technical data

View technical data

NEW - Model 5801AA
12 dBi for WLAN



This antenna was designed for WLAN applications for frequencies of 5725 MHz to 5825 MHz. The antenna is a omnidirectional patch that has a gain of 12 dBi when measured at the standard SMA jack coax connector. It is designed to be mounted to a flat surface or attached to mast brackets. Mast brackets and hardware are supplied.

View technical data

Important notices, trademark and copyright information

Telex Communications Inc. Reserves the right to change prices, terms and conditions, specifications, or discontinue products at any time without notice. Please call to verify availability of products.

Entire website and contents Copyright © 2000, & 2001 Telex® Communications, Inc. All rights Reserved.

Antenas para 5,3/5,8 GHz

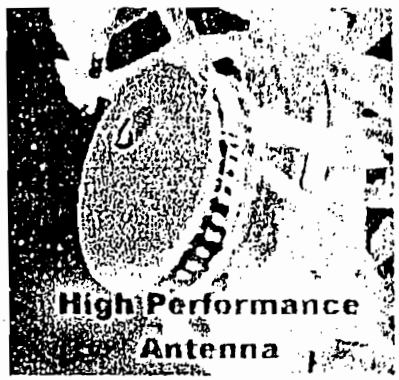
Las antenas de EX- 1 son diseñadas para WLAN de la banda de frecuencia de 5.3/5.7 GHz en corcondancia con la norma FCC en su parte 15.407. Son diseñadas para el uso de la interconexión punto a punto entre puentes (bridges), estas antenas son altamente direccionales, presentando elevadas ganancias de hasta 40 dBi, pueden ser usadas con cable coaxial o con guías de onda.

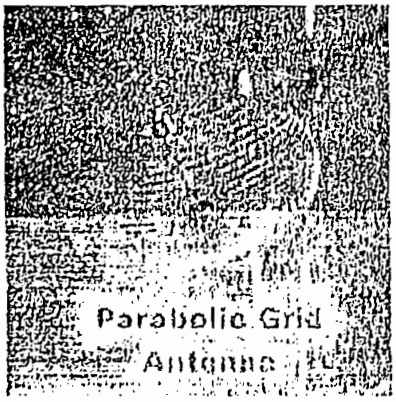
Características:

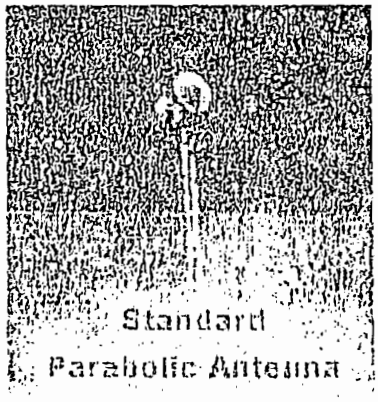
Antenas direccionales de 5.2/5.8 GHz de plato y panel plano
Puede ser usado con antenas de polarización vertical u horizontal
Opera en la banda U-NII de libre licencia
Ideal para uso como columna WIPOP (Mantienen limpio el radio canal de 2.4 GHz)

Especificaciones:

Antenas:





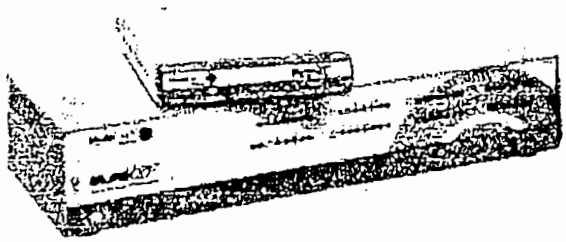


De plato 2 pies de diámetro, 28.1 dBi
De plato 4 pies de diámetro, 33.5 dBi.
De plato 15 pies de diámetro, 40 dBi
De panel plana 6 pulg, 17.5 dBi
De panel plana 12 pulg, 23 dBi
De panel plana, 27.5 dBi

Rango De Frecuencia: 5,250 - 5,350 MHz 5,725 - 5,825 MHz
Rangos De temperaturas: -300 a 600 grados Centigrados
Altitud: 4500 metros (15,000 feet)

Multi™

Voice/Fax Over IP Gateways



Benefits

Cost effective long distance voice/fax communication

PSTN voice quality over the Internet/Intranet

Turnkey voice over IP solution

No end user training required

The MultiVOIP voice over IP gateways provide predictable, real-time, toll-quality voice and fax communication over your existing IP data network or the Internet. These turnkey solutions are ideal for companies that want to save money on long distance interoffice voice and fax communication.

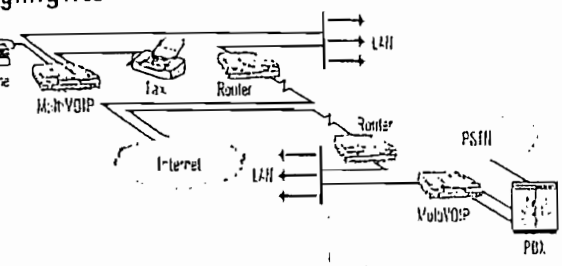
Voice and Fax Communication Over the Internet for Companies Looking to Reduce Interoffice Long Distance Costs

Features

- Up to eight voice/fax ports for communication over an existing IP network or the Internet
- Compatible with 10BaseT Ethernet LANs, routers, and WANs without any changes to existing infrastructure
- G.723 provides maximum voice compression to 5.3K bps, which with IP overhead amounts to only 12-13K bps per call
- Support for any fax device
- Voice prioritization over IP using industry-standard Differentiated Services (DiffServ)
- No integration with a server or desktop PC required
- ITU G.165 Adaptive Echo Cancellation, forward error correction, bad frame interpolation, and low latency for clearer and more accurate voice communication
- FXS, FXO, and E&M connectors on each port for direct connection to phones, key telephones, fax machines, PBX extensions, or PBX trunks
- Dial, busy, fast busy, and ringback tones
- Local or remote configuration and management with a web browser, Windows® 95/98/Windows NT® software, tftp, telnet or SNMP
- Live reporting, usage tracking, call history, voice quality statistics, and other management tools
- Advanced security and password authentication designed to restrict outside access
- Two-year warranty

MultiTech® Systems

ghlights



sy to Use. Just connect the voice/fax equipment and LAN to the MultiVOIP, and then map phone numbers to Mac and IP addresses. Users can begin making calls in no time with their ordinary phones without training.

ost-Effective. By routing calls over the Internet or any IP network, the MultiVOIP can reduce or eliminate long distance interoffice phone/fax charges. And since it requires no integration with a server or phone system and works with routed or Multi-Tech ProxyServer connections, you avoid the need for costly networking or phone system expertise.

o Single Point of Failure. A MultiVOIP network is more reliable than "gatekeeper" architectures. Calls are centrally processed with a gatekeeper. If the gatekeeper goes down, the entire VOIP network loses service. If, however, one MultiVOIP on a network goes offline, the other sites are not affected.

ce Quality Standards. The MultiVOIP supports DiffServ QoS to help provide consistent voice quality. When network traffic is at peak levels, voice can be given priority over data. To compare the voice quality of a VOIP product, ITU PSQM P.861 provides the measurement standard. When tested by an independent reviewer, the MultiVOIP rivaled PSTN quality.

plication Options. The MultiVOIP accommodates changing communication needs by providing FXS, FXO, and E&M connections for each port.

Application	Connection
Phone/Fax-to-Phone/Fax	FXS to FXS
Phone/Fax to PBX Extension/PSTN*	FXS to FXO
PBX Extension/PSTN to PBX Extension/PSTN*	FXO to FXO†
PBX Trunk to PBX Trunk	E&M to E&M

*from PSTN to a local MultiVOIP are then routed over the IP network, making a long ance call a local call

†will disconnect on loss of current, on user-configurable tone, and one-way/two-way silence.

Specifications

Ports

Number of Ports: 2, 4, or 8 (E&M, FXO, or FXS)
Format: Analog voice or V.17/Group 3 fax
E&M Interface: PBX E&M trunk; 2- or 4-wire
E&M Signal Types: I, II/IV, III & V
FXO Interface: PBX station; loop start, 2-wire
FXS Interface: KTS, telephone set, or fax
Signaling Format: AC is DTMF; DC is pulsed
Connectors: 1 RJ-48 (E&M); 2 RJ-11s (FXO & FXS) per port

LAN Port

Interface: 10BaseT
Format: Ethernet/Ethernet II or SNAP

Command Port

Interface: RS-232C/D; RJ-45 on 2-Port model (RJ-45 to DB9 cable included); DB25 on 4- and 8- Port models
Speed & Format: 19.2K bps asynchronous

Management

SNMP management; flash upgradeable

Power

115v AC or 240v AC (optional), 50/60 Hz

Physical Description

2-Port Model:
6.2" w x 1.4" h x 9.0" d; 2 lbs
15.8 cm x 3.6 cm x 22.9 cm; 0.92 kg
4- & 8-Port Models:
17.4" w x 3.8" h x 8" d; 7.4 lbs
44.2 cm x 9.5 cm x 20.3 cm; 3.4 kg

Approvals

FCC Part 15 & 68; UL 1950; IC; CE Mark

Ordering Information

Model	Description	Region
MVP200	2-Port VOIP Gateway	Global
MVP400	4-Port VOIP Gateway	Global
MVP800	8-Port VOIP Gateway	Global
MVP4-8*	4-Port Expansion Card	Global

* Upgrades the MVP400 from 4 to 8 ports.

Made in Mounds View, MN, U.S.A.

Trademarks: MultiVOIP, Multi-Tech, & the Multi-Tech logo: Multi-Tech Systems, Inc. / All other products or technologies are the trademarks or registered trademarks of their respective holders.

86000448 Copyright © 1999 by Multi-Tech Systems, Inc. All rights reserved.

MultiTech® Systems