

UNIVERSIDAD DON BOSCO



**DISEÑO DE REDES DE ACCESO ASIMÉTRICAS
ALAMBRICAS E INALÁMBRICAS POR MEDIO DE
SOFTWARE**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN PREPARADO PARA
LA FACULTAD DE INGENIERIA**

**PARA OPTAR AL GRADO DE
INGENIERO EN ELECTRÓNICA**

POR

JOSÉ GILBERTO HERRERA VÁSQUEZ

SOYAPANGO

ABRIL DEL 2001

CENTROAMERICA

EL SALVADOR

UNIVERSIDAD DON BOSCO

RECTOR

ING. FEDERICO MIGUEL HUGUET

SECRETARIO GENERAL

LIC. MARIO OLMOS

DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA

ING. CARLOS BRAN

ASESOR DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN

ING. ROBERTO E. HERNÁNDEZ

JURADO EVALUADOR:

ING. ROBERTO CARLOS ALVARENGA

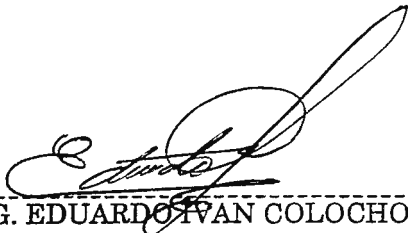
ING. EDUARDO IVAN COLOCHO

UNIVERSIDAD DON BOSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA

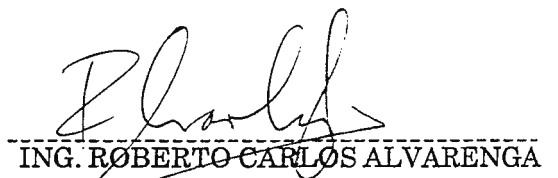
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**JURADO EVALUADOR DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN
DISEÑO DE REDES DE ACCESO ASIMÉTRICAS ALAMBRICAS E
INALÁMBRICAS POR MEDIO DE SOFTWARE**



ING. EDUARDO IVAN COLOCHO

Jurado



ING. ROBERTO CARLOS ALVARENGA

Jurado



ING. ROBERTO EDMUNDO HERNÁNDEZ

Asesor

AGRADECIMIENTO

Se necesita mucho esfuerzo y dedicación para realizar un trabajo de graduación, quiero agradecer en primer lugar a Dios por haberme proporcionado la salud y las fuerzas para llevarlo a cabo, a mi Padre y a mi Madre que siempre estuvieron pendientes, proporcionándome apoyo en todo momento y dándome además los ánimos que necesitaba para seguir adelante.

Gracias a William Flores, quien asesoró este trabajo en su mayor parte, por haber dedicado el tiempo necesario en guiarme y transmitirme su valiosa experiencia para lograr una máxima calidad posible, y a Roberto Hernández, quien fue mi asesor al final, por haber compartido sus conocimientos para conseguir concluir esta tesis lo mejor posible.

José G. Herrera

TABLA DE CONTENIDO

Introducción	1
Capítulo I: INTRODUCCION	
1.1. PRESENTACION	2
1.2 OBJETIVOS DEL PROYECTO	3
1.3 ANTECEDENTES	4
1.4 SITUACIÓN ACTUAL.....	6
Capítulo II: TECNOLOGÍAS DE ACCESO	
2.1 ADSL	
2.1.1 INTRODUCCION	7
2.1.2 CONCEPTOS BÁSICOS DE TRANSMISIÓN ADSL	7
2.1.3 CARACTERÍSTICAS DE ADSL	9
2.1.4 ARQUITECTURA DE ADSL.....	13
2.1.5 ESTANDARES ADSL.....	19
2.1.6 INTERFASES ADSL.....	20
2.1.7 FABRICANTES ADSL.....	20
2.2 CABLE MODEM	
2.2.1 INTRODUCCION	22
2.2.2 CONCEPTOS BÁSICOS TRANSMISIÓN CABLE MODEM ...	22
2.2.3 CARACTERÍSTICAS DE CABLE MODEM	25
2.2.4 ARQUITECTURA DE CABLE MODEM.....	27
2.2.5 ESTANDARES DE CABLE MODEM	31
2.2.6 INTERFASES DE CABLE MODEM.....	31
2.2.7 FABRICANTES DE CABLE MODEM.....	32
2.3 WIRELESS	
2.3.1 INTRODUCCION	33
2.3.2 CONCEPTOS BÁSICOS TRANSMISIÓN WIRELESS	33
2.3.3 CARACTERÍSTICAS DE WIRELESS	36
2.3.4 ARQUITECTURA DE WIRELESS.....	41

2.3.5 ESTANDARES DE WIRELESS.....	43
2.3.6 INTERFASES DE WIRELESS.....	43
2.3.7 FABRICANTES DE WIRELESS.....	43
2.4 VSAT	
2.4.1 INTRODUCCION	44
2.4.2 CONCEPTOS BÁSICOS TRANSMISIÓN VSAT	44
2.4.3 CARACTERÍSTICAS DE VSAT.....	47
2.4.4 ARQUITECTURA DE VSAT.....	52
2.4.6 INTERFASES DE VSAT.....	54
2.4.7 FABRICANTES DE VSAT.....	55

Capítulo III: APLICACIONES

3.1. VIDEO CONFERENCIAS	56
3.2 TELE EDUCACION	57
3.3 INTERNET.....	58
3.4 RED PRIVADA VIRTUAL.....	59

Capítulo IV: ADMINISTRACIÓN DE RED

4.1. INTRODUCCION	60
4.2 ESTRUCTURA TMN	60
4.3 LA INTERFASE ESTANDAR.....	61
4.4 MODELO LÓGICO TMN	62
4.5 ADMINISTRACION DE RED TMN	62
4.6 ADMINISTRACION DE RED DE ACCESO.....	63

Capítulo V: DISEÑO

5.1 DISEÑO DE SOFTWARE

5.1.1 INTRODUCCION	64
5.1.2 COMPONENTES DEL PROGRAMA	64
5.1.3 FLUJOGRAMA DEL PROGRAMA	66
5.1.3.1 SUBROUTINA DE AGRUPAMIENTO.....	68
5.1.3.2 SUBROUTINA DE CALCULO ADSL.....	69

5.1.3.3 SUBROUTINA INVERSIÓN Y RECUPERACION	71
5.1.3.4 SUBROUTINA DE CALCULOS WIRELESS.....	73
5.1.3.5 SUBROUTINA DE CALCULO CABLE MODEM.....	75
5.1.3.6 SUBROUTINA DE CALCULO VSAT.....	75
5.2 IMPLEMENTACION DEL SOFTWARE	
5.2.1 INTRODUCCION	76
5.2.2 ACOPLAMIENTO DE MODULOS.....	76
5.3 CARACTERISTICAS TECNICAS	
5.3.1 ESPECIFICACIONES DE ARCHIVOS.....	77
5.3.2 AMBIENTE DE TRABAJO	78
5.4 FUNCIONAMIENTO	
5.4.1 MANUAL DE USUARIO.....	78
CONCLUSIONES.....	86
RECOMENDACIONES.....	87
GLOSARIO.....	88
BIBLIOGRAFIA.....	90
ANEXOS	91

INTRODUCCION

Hoy en día con acceso al Internet y aplicaciones que requieren un gran ancho de banda, continuamente se están buscando redes de acceso que permitan el flujo de información a grandes velocidades. Con el acceso asimétrico las velocidades a la que viajan los datos en un sentido u otro es diferente, lo cual representa una gran ventaja para aplicaciones en las que el mayor flujo de datos van desde el proveedor de servicio hacia el usuario final. El viejo hilo de cobre se resiste a desaparecer y sigue jugando un papel clave en algunas de las nuevas propuestas que llegan al mercado. Con técnicas como la denominada **ADSL** (Línea del subscriptor digital asimétrico) es posible, por medio de la red telefónica, conectar ordenadores y permitir ver la televisión a velocidades de hasta 9 Mbps, 300 veces más que lo que se consigue ahora con módems normales. Por medio de **VSAT** (Very Small Aperture Terminal) es posible llevar múltiples servicios, en forma asimétrica, a través de satélites, hacia usuarios alejados del proveedor de servicio de telecomunicaciones; de igual forma la tecnología conocida como **Cable Modem** permite el acceso utilizando infraestructuras de cables de televisión. Además equipos con tecnologías **Wireless** ofrecen una solución de acceso de forma inalámbrica para usuarios con una separación geográfica no muy grande y que impide llevar los servicios por medio de cables.

El software de planificación de redes de acceso asimétricas, desarrollado en esta tesis, consiste en una herramienta con la que el usuario puede interactuar y obtener resultados de diseño de cualquiera de las tecnologías de acceso mencionadas en un principio, lo cual le permitirá hacer una comparación entre los resultados obtenidos bajo diferentes perspectivas.

Capítulo I

INTRODUCCION

1.1 PRESENTACION

El problema general de la planificación de redes de datos no es distinto al de las redes telefónicas, esto es, la minimización de su relación costo/desempeño, o en otras palabras la minimización de una función que expresa cierta forma de costo, asegurando un desempeño prefijado (calidad de servicio y facilidades funcionales), y bajo unas condiciones limitadoras específicas.

Las compañías de telecomunicaciones del mundo se están esforzando por encontrar nuevas soluciones de acceso (redes de acceso), tanto alámbrica como inalámbrica, para los nuevos servicios de telecomunicaciones, demandados por miles de usuarios. Se cuenta actualmente con una variedad de soluciones para satisfacer la creciente demanda de los usuarios de servicios. Aplicaciones como Internet, Tele Trabajo, Tele Educación, Video en Demanda, Tele Medicina, etc., necesitan de **tecnologías asimétricas para el transporte de información, debido a que se requiere mayores velocidades de acceso desde la red hacia el usuario, que desde usuario hacia la red.**

En el presente documento se concentran los principios básicos de las tecnologías asimétricas y sus aplicaciones, no obstante, el objetivo principal, obtener una herramienta de planificación de redes de acceso asimétricas alámbricas e inalámbricas, no está limitado a exponer esos principios fundamentales, sino a ser aplicados mediante un **software de diseño** de redes de acceso para dichas tecnologías.

Este proyecto, comienza con los conceptos fundamentales de cada una de las tecnologías: **ADSL, Cable Módem, Wireless y VSAT**. Se ha dedicado a estos temas el Capítulo II, que a la vez se complementa con Capítulo III, dedicado a revisar las aplicaciones y nuevos servicios que los proveedores están ofreciendo hoy en día. En el capítulo IV se habla un poco de las formas y características de la administración de red, aplicada a redes de acceso asimétricas. En el ultimo capítulo se habla todo lo referente al desarrollo del software así como su funcionamiento.

1.2 OBJETIVOS DEL PROYECTO

El impulso y desarrollo de la sociedad de la información, cuyo principal exponente es el fenómeno Internet, requiere la implementación de herramientas que promuevan y faciliten la implantación de soluciones innovadoras, acordes con la evolución tecnológica y con las necesidades del mercado. Se conseguirá como producto final una herramienta que proporcione la **configuración óptima de la red de acceso** con tecnologías que dependerán de las ubicaciones y necesidades de los clientes en dicha área geográfica.

1.2.1 Objetivo General

- Diseñar y llevar a cabo un **Software para Planificación de Redes de Acceso**, el cual pueda utilizarse para el diseño de redes de acceso asimétricas que soporten múltiples servicios y que al mismo tiempo puedan proveer información acerca de las tecnología ADSL, VSAT, Wireless y Cable Modem.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Describir la teoría básica y el funcionamiento de las tecnologías ADSL, VSAT, Wireless y Cable Modem.
- Describir los conceptos necesarios para el diseño de redes de acceso asimétricas
- Contar con toda la información necesaria para poder implementar sistemas de acceso asimétricos.
- Elaborar un software que permita realizar diseños de redes de acceso asimétricas, de acuerdo a la distribución geográfica y necesidades de acceso a servicios.
- Llevar a cabo diseños de redes acopladas a sistemas de múltiple acceso alámbricos e inalámbricos con aplicaciones específicas, por medio del software obtenido.

1.3 ANTECEDENTES

La mayoría de redes de acceso existentes actualmente, ofrecen transporte de datos en forma simétrica, lo cual no representa gran eficiencia para el proveer servicios, cuando se la transferencia de información es mayor en un sentido que en otro. Canales dedicados son ofrecidos a costos relativamente grandes y para los cuales se desperdicia un cierto ancho de banda en un sentido y que se necesita en el otro, ocasionando congestión en el transporte del servicio. El caso más palpable es el Internet, que sigue creciendo rápidamente en todo el mundo.

El cambio de estas tecnologías existentes podrá mejorar enormemente la calidad y rapidez de los servicios nuevos y los ya existentes, permitiendo el acceso a bajos costos y al alcance de la mayoría de la población. Sin embargo para lograr esta migración, **será necesario implementar herramientas que ayuden al dimensionamiento óptimo de la red de acceso para tecnologías asimétricas.**

Por otro lado, durante mucho tiempo se ha considerado la red telefónica como inadecuada para la transmisión de datos a altas velocidades. Las redes telefónicas se empezaron a congestionar por la gran demanda y flujo de datos a través de ellas. Entonces, voz y datos en forma de bits (imagen, sonido, vídeo, gráficos en movimiento...) comenzaron a compartir una canal que, aunque en principio soportaba esta convivencia, con el desarrollo de las telecomunicaciones y, sobre todo, con su popularización, simplemente se ha saturado. La inmediata consecuencia de esto fue la lentitud con que viajaban estos datos. La tecnología conocida como **ADSL (Línea del Subscriptor Digital Asimétrica)**, comenzó a utilizar la infraestructura de la red de telefonía, siempre y cuando a ambos lados de la línea se colocaran módems ADSL. La diferencia respecto a los módems normales era que no podía comprarse y conectarse directamente a la red telefónica. Era necesario que la compañía telefónica instalara el módem en la central local. Sin embargo salieron al mercado módems de fácil instalación (ADSL Lite), los cuales podían ser instalados y configurados por el cliente mismo.

La tecnología ADSL fue conocida en el mercado por primera vez en 1995, en 1997 la **Unión Internacional de Telecomunicaciones** sector Estandarización (ITU-T) empezó definiendo una serie de recomendaciones para ADSL. Hasta 1998 no se había desarrollado un mercado masivo para esta tecnología. En algunos países muy avanzados se tenían entre 30,000 y 50,000 líneas ADSL

para finales de 1998. La falta de crecimiento en esta época provino de la falta de redes de acceso disponibles para los usuarios y no de la tecnología como tal.

En forma paralela a los avances en telecomunicaciones, los sistemas de cable fueron originalmente diseñados para transportar eficientemente señales de televisión de un punto a múltiples puntos a los clientes. Para asegurar que los clientes podrían obtener servicios de banda ancha, con el mismo equipo de TV, los proveedores de cable rediseñaron la red existente de cable coaxial. Después de años de práctica, operadores grandes de cable finalmente comenzaron a desarrollar los servicios con **tecnologías de Cable Módems** a finales de 1996. Se estimó que los operadores de cable estarían ofreciendo servicios de Internet a altas velocidades a más de 40 millones de hogares en Estados Unidos para diciembre de 1999, con esta tecnología.

Debido al crecimiento masivo de demanda para transmisión de datos, se estuvieron desarrollando también por muchos años tecnologías que permitan un acceso local por medio de redes flexibles de banda ancha con transmisión inalámbrica de múltiples servicios. Es así como surgió **tecnologías Wireless** que permiten transmisiones asimétricas de información, proporcionando un gran paso adelante para satisfacer las demandas existentes para clientes con ubicaciones no muy dispersas geográficamente, para los cuales no hay factibilidad de llevar el servicio por medio de cables.

Algunos años atrás, los satélites fueron utilizados tradicionalmente para la difusión de TV y telefonía, sin embargo por medio de nuevas tecnologías como **VSAT (Terminal de Apertura Muy Pequeña)**, se hizo posible aprovecharlos como un puente para la transmisión de datos, el acceso al Internet, y la interconexión de redes, de forma asimétrica debido a su amplia cobertura y con costos de transmisión independientes de la distancia.

Gracias a la aparición de las tecnologías mencionadas anteriormente, que se han venido dando en el transcurso de los años en el campo de las telecomunicaciones, los clientes, cuya demanda de nuevos servicios crece enormemente, son beneficiados al tener a su disposición **varias** alternativas de acceso y al mismo tiempo los proveedores de servicio pueden ofrecer una mejor calidad de servicio y a un precio competitivo en el mercado.

1.4 SITUACION ACTUAL

No son muy numerosos los libros publicados sobre planificación de Redes de acceso para las tecnologías asimétricas de hoy en día. El ITU-T (Unión de Telecomunicación Internacional sección Estándares) ha sido la organización mas activa en este sentido, otras organizaciones privadas también tienen publicaciones al respecto. Sin embargo la mayoría de información se encuentra dispersa en las comunicaciones presentadas en forum internacionales, y mas aún en el Internet.

Actualmente se estima que se dispone de aproximadamente **600 a 700 millones de líneas telefónicas** de cobre en todo el mundo. Esto es lo que ha hecho preservar en la búsqueda de tecnologías que incrementen la capacidad del par de cobre, una de ellas es ADSL. El número de clientes que se conectan a través de ADSL está creciendo increíblemente, ya que se pueden ofrecer altas velocidades de transmisión a costos muy bajos, comparados con las líneas dedicadas o con ISDN.

Compañías internacionales están introduciendo la tecnología de Cable Módem para ofrecer a sus clientes servicios de banda ancha. Con aproximadamente **700,000 cable módems** instalados en los Estados Unidos, está actualmente liderando el mercado de los clientes residenciales. En este país las compañías con sucursales ó tiendas dispersas están instalando sistemas Wireles de banda ancha, la cual ofrece un gran potencial de crecimiento. Esta industria ha crecido gigantesca desde finales de los 80s, como resultado de la calidad de servicio ofrecida por la mayoría de redes de acceso que utilizan esta tecnología. Se estima que habrán mas del **530 millones** de clientes Wireless alrededor del mundo a finales de este año.

VSAT es una tecnología basada en satélites que está siendo implementada en localidades **alejadas a los nodos de acceso o con una situación geográfica accidentada** (zonas rurales), que imposibilita la llegada por otros medios. Está siendo actualmente implementada para llevar Internet y para interconectar servidores de las empresas matrices con sus sucursales internacionales dispersas por todo el mundo. Esta es una solución mas de acceso **asimétrico** con la que actualmente se cuenta en el mundo de las telecomunicaciones.

Capítulo II **TECNOLOGÍAS DE ACCESO**

2.1 ADSL

2.1.1 INTRODUCCION

ADSL (Línea del Subscriptor Digital Asimétrica) fue concebida por Joe Lechleider, un investigador de Bellcore. La idea fundamental fue aprovechar las líneas de cobre que existen entre el abonado y la central telefónica (creada para transmitir voz) para transportar datos a altas velocidades. Hoy en día es una tecnología que permite utilizar el cable de cobre para obtener, además del servicio telefónico, un servicio permanente de transmisión de datos con altas velocidades.

Para hacer posible esta tecnología es necesario instalar equipo ADSL en cada extremo de la línea de cobre (usuario - central telefónica). **Con ADSL es posible hablar por teléfono mientras se transmiten datos**, gracias a filtros que distinguen entre voz y datos; se pueden ofrecer a cada subscriptor servicios de altas velocidades de acceso al Internet, Tele-Trabajo, Video en Demanda, y otras aplicaciones. Las características de **ancho de banda asimétrico**, ofrecidas por esta tecnología, garantiza una excelente actuación de extremo a extremo con las aplicaciones cliente servidor, donde típicamente el cliente recibe mas información del servidor.

2.1.2 CONCEPTOS BÁSICOS DE TRANSMISIÓN CON ADSL.

ADSL pertenece a la familia de tecnologías DSL (Digital Subscriber Line), un grupo de técnicas de transmisión que optimizan la utilización de las líneas de cobre. Al conectar un módem xDSL, a cada extremo de una línea, se crea un subscriptor de línea digital.

DSL es el módem básico para ISDN (Red Digital de Servicios Integrados). Una transmisión dúplex, a 128 Kbps en líneas de cobre, de hasta 5.5Km. **HDSL** (Línea del Subscriptor Digital de Alta Velocidad) es la forma de transmitir en T1 ó E1 dúplex sobre una línea de cobre, transmitiendo a 1.544 Mbps ó 2.048 Mbps y se requieren de dos líneas de par de cobre. **SDSL** (Línea del subscriptor digital de línea simple) simplemente es HDSL pero sobre un solo par de

cobre, capaz de transmitir 1.544 ó 2.048 Mbps en una sola línea telefónica, diseñado para todo tipo de acceso asimétrico en distancias hasta de 3 Km. UADSL (Universal ADSL) es una variante de DSL, que a costo de ser mas lenta, se ha optimizado, simplificando su implementación y reducidos los costos para los clientes residenciales. VDSL (Línea del Subscriptor digital de muy Alta Velocidad) es más rápido que ADSL, pero las líneas deben ser más cortas, cuenta con velocidades desde 13 a 52 Mbps de downstream y de 1.6 a 2.3 Mbps de Upstream, apunta solo a redes con arquitectura ATM y Fibra óptica.

El **módem** es el equipo con el que muchas personas están familiarizadas hoy en día junto con el paradigma que une al **Internet vía una conexión "dial-up"**, como muestra en Figura 2.1. En una conexión dial-up, se conecta la PC del usuario a un módem de banda de voz que marca un número telefónico de la red publica (PSTN) a un Concentrador de Servicio del Acceso Remoto (RAS). El Concentrador RAS consta de varios módems y es responsable de dirigir el tráfico a un router que en su momento, lo direcciona a su destinatario, permitiendo a la PC del usuario y el servidor de Web comunicarse el uno al otro. El módem transmisor transforma datos digitales al requisito de señal analógica. Al otro extremo el módem receptor invierte el proceso, y convertidos los signos analógicos en datos digitales que pueden ser manipulados por el Concentrador RAS.

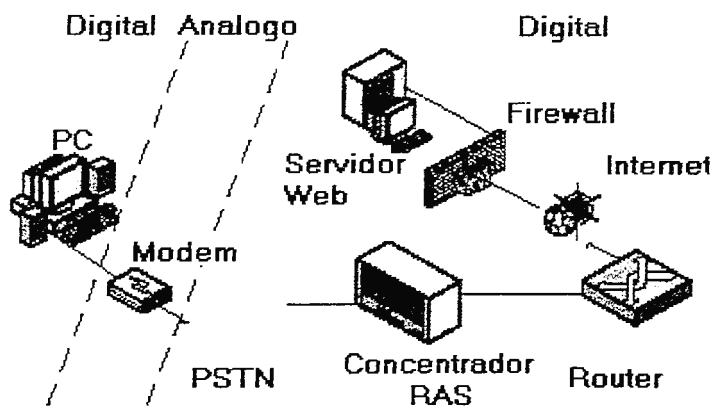


Figura 2.1. Conexión típica Dial-up

Por consiguiente, conexiones de banda de voz van por múltiple conversiones analógico a digital y digital a analógicas ¹. También, la tecnología del módem está sujeta a limitaciones de ancho de banda de la red de la voz analógica entre el subscriptor y la Oficina Central. Por estas razones el acceso dial-up es lento y con limitaciones de transmisión de datos que requieren un ancho de banda grande.

¹ Hoy en día modems de 56 Kbps están disponibles para alcanzar velocidades altas, eliminando uno de estos pasos de conversión. Sin embargo, todavía se limita a 56 Kbps la máxima alcanzable.

Se pueden superar las limitaciones de la tecnología módem tradicional de banda de voz. La tecnología ADSL utiliza la infraestructura ya existente en la PSTN, ver figura 2.2, y se desarrolló en base a las técnicas de modulación empleadas por los módems comunes, añadiendo detección y corrección de errores. Para la red de acceso ADSL en la entrada de la central se deben instalar Racks de Splitter para separar la voz de los datos, seguido de un equipo denominado DSLAM (grupo de módems) y en local del cliente solamente un módem G.lite (configuración sin splitter), o un módem “full-rate” (altas velocidades) junto con un splitter. Estas configuraciones se explicarán a detalle mas adelante.

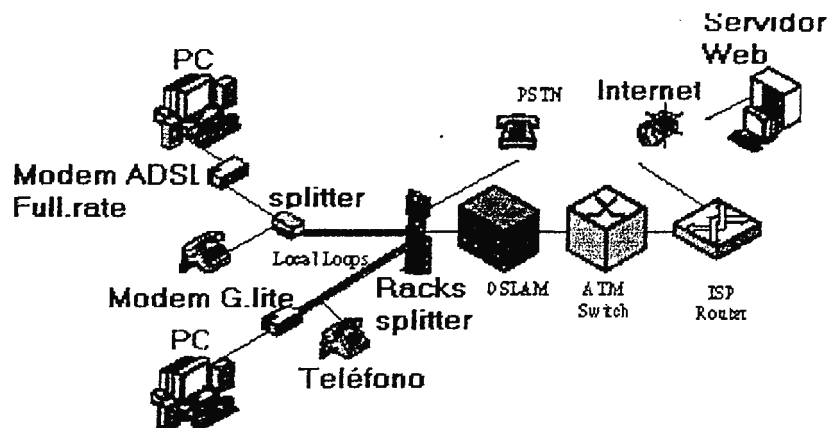


Figura 2.2 Diferentes formas de red de acceso ADSL

El módem lleva a cabo protocolos que comprenden las funciones de modulación, control de errores y compresión de datos. ADSL utiliza modulación QAM (Modulación por amplitud de cuadratura) para su transmisión.

Para la implementación de equipos ADSL se debe de tomar en cuenta muchos factores referentes al medio de transmisión y a la calidad de ésta. Una línea telefónica está expuesta a varias fuentes de error como lo son:

- 1) **Ruido de impulso:** causado por interferencias eléctricas, como las causadas por tormentas eléctricas, aparatos con swtches on/off en la casa, así como otras fuentes de ruido mecánico.
- 2) **Ruido blanco (gausiano):** está presente siempre en la línea causado por el movimiento de electrones en la línea. En general, algunas fuentes de ruido se adicionan juntas causando una interferencia que tiene forma gausiana.
- 3) **Atenuación:** Cuando la señal viaja a lo largo de la línea, ésta pierde algo de su fuerza con la distancia. Si la señal llega muy débil, ésta es muy susceptible a errores.

4) **Crosstalk:** ocurre cuando señales de dos líneas cercanas interfieren el una a la otra.

5) **Ruido de intermodulación (IMD):** debido a la combinación de dos señales que originan una frecuencia fuera del rango permitido.

Otra fuente de ruido son las interferencias de radio frecuencia (RFI), estas son impredecibles y pueden darse frecuencias de brinco y varios niveles de potencia. Para mejorar el transporte de datos se utilizan chequeo cíclico de redundancia (CRC) y el chequeo de paridad son técnicas empleadas, con técnicas de corrección de error de dos clases: Forward Error Correction (FEC) y Automatic Repeat Request (ARQ).

2.1.3 CARACTERÍSTICAS DE ADSL

2.1.3.1 Velocidades alcanzadas por ADSL

La configuración mínima proporcionada en ADSL es de 1,5 o 2 Mbps en downstream (desde la central hacia el usuario) y 16 Kbps en duplex; otros proporcionan velocidades de 6,1 Mbps y 64 Kbps en duplex. Productos con velocidades de downstream hasta 9 Mbps y velocidades en canal duplex hasta 640 Kbps están disponible también en el mercado. La velocidad downstream depende de varios factores como lo son: la longitud de la línea de cobre, el calibre del alambre, presencia de puentes conectados e interferencias. **La atenuación de la línea aumenta con longitud** de ésta y con la frecuencia, disminuye cuando el diámetro del cable es mayor. Los Fabricantes de productos garantizan las velocidades dentro de ciertos parámetros, un ejemplo de estos se puede observar en la tabla 2.1.

Velocidad	Calibre de cable	Distancia	Diámetro de cable	Distancia
1.5 or 2 Mbps	24 AWG	18,000 ft	0.5 mm	5.5 Km
1.5 or 2 Mbps	26 AWG	15,000 ft	0.4 mm	4.6 Km
6.1 Mbps	24 AWG	12,000 ft	0.5 mm	3.7 Km
6.1 Mbps	26 AWG	9,000 ft	0.4 mm	2.7 Km

Tabla 2.1 Distancias máximas con diferentes cables y velocidades

2.1.3.2 Métodos de transporte de datos con ADSL

Para el envío y recepción de datos simultáneamente, los módems ADSL usan **FDM** (Multiplexación por División de Frecuencia) o cancelación de ECO. FDM asigna una banda de frecuencia para los datos en (upstream (desde el cliente hacia la central) y otra para downstream.

Algunos módems usan **TDM** (Multiplexación por División de Tiempo) para dividir estas bandas en múltiples canales para transportar distintos tipos de datos simultáneamente. El sistema basado en cancelación de Eco usa la misma banda para las señales upstream y downstream, y elimina todas las señales extrañas producidas por ecos de la transmisión, utilizando todo el ancho de banda disponible para enviar y recibir en la misma frecuencia. Con el fin de explotar estas frecuencias de buena manera, ADSL usa tecnologías avanzadas de modulación. Actualmente son dos las que se están disputando el derecho a ser el estándar, la primera es **DTM (Multi-tono Discreta)**, y la otra es **CAP (Modulación de Amplitud y Fase)**.

QAM_ Modulación por Amplitud de Cuadratura.

Fue la primera modulación sugerida para sistemas ADSL, de todas las modulaciones disponibles, QAM era la mas robusta y disponía de la mejor eficiencia del ancho de banda. Esta modulación utiliza diferencias de fase para transmitir múltiples bits por símbolo. Un sistema típico QAM agrupa cuatro bits por símbolo y requiere 21 dB de relación señal a ruido (SNR) en el receptor, para una baja tasa de errores. Sin embargo QAM puede diseñarse con menos y mas bits por símbolos, hasta 15. Por cada bit agregado la SNR debe aumentar 3 dB para lograr el mismo nivel de error. Implementaciones prácticas de QAM logran 8 bits/simb, que significan por ejemplo, que a 680 Kbaud se pueden transmitir a 5.44 Mbps, pero con una S/N requerida de 33 dB en el receptor.

FEC_ Corrección de Errores Adelante y Código Reed-Solomon.

FEC es el proceso de corrección de errores, en el cual, al llegar una trama de datos al receptor es controlada, y en caso de tener errores éstos pueden ser corregidos por distintos métodos. Estos procedimientos dependen del tipo de información que es enviada y la forma en que es transmitida. Se agregan bits adicionales (redundantes) a la trama de datos para formar un código de detección y/o corrección de errores. El número de errores detectados y/o corregidos depende de la cantidad de bits agregados, la regla general dice que mientras mas bits redundantes, mayor es la capacidad de detectar y corregir errores. El **código Reed-Solomon** opera con palabras codificadas compuestas de n símbolos, con K bits/símbolo. Cada palabra codificada tiene $2t$ símbolos de chequeo y $n-2t$ símbolos de datos. Reed-Solomon es capaz de corregir hasta t símbolos erróneos en cada palabra codificada. Cuando se detecta un error en un símbolo, este corrige todos los bits en dicho símbolo, cuando encuentra mas de t símbolos erróneos, este simplemente entrega la palabra codificada sin realizar cambios.

DMT_ Tono Múltiple Discreto

Se basa en dividir en sub-bandas el rango de frecuencias disponibles. En cada banda se utiliza la modulación QAM, simulándose así la función de varios módems QAM tradicionales trabajando en paralelo. DMT está referido al estándar ANSI T1.413². Basado en ADSL, DMT puede ser pensado como muchos mini-módems (usualmente 256), de 4 KHz cada uno, funcionando simultáneamente. DMT usa muchas portadoras creando sub-canales, cada uno de los cuales transporta una fracción de la información total y puede transportar entre 0 y 15 bits/símbolos/Hz.

Como se puede observar en la Figura 2.1.1 los sub-canales pueden ser dejados sin uso debido a interferencias externas. El ancho de banda upstream es: $25 \text{ canales} \times 15 \text{ bits/simolo/Hz/canales} \times 4 \text{ KHz} = 1.5 \text{ Mbps}$. El ancho de banda downstream es: $249 \text{ channels} \times 15 \text{ bits/symbol/Hz/channel} \times 4 \text{ KHz} = 14.9 \text{ Mbps}$.

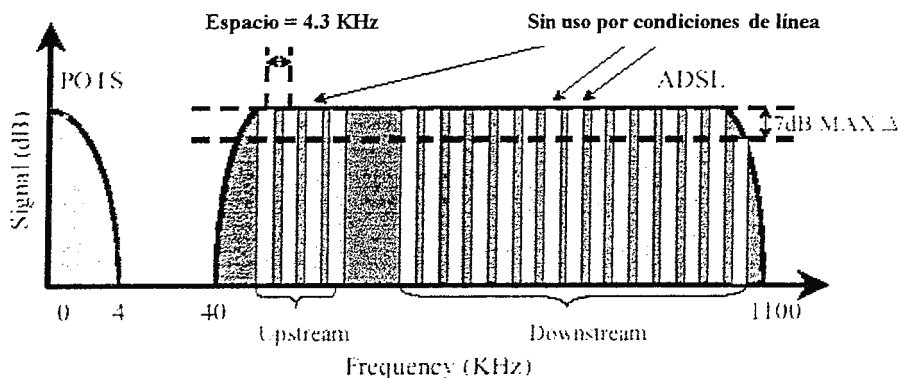


Figure 2.3. Utilización del espectro de frecuencias para DMT.

Durante la inicialización DMT monitorea las condiciones de la línea y asigna la capacidad de transporte de bit de cada sub-canal, basado en su SNR. Puede, también, en forma dinámica adaptar la velocidad ajustando el número de bits por canal.

CAP_ Transporte AM/PM

El CAP tiene una cierta similitud con QAM, ambas usan amplitud y fase para representar una señal binaria. La diferencia está en el diagrama de constelación, CAP emplea dos formas de onda para representar los cambios de amplitud y fase (codificación de bits), en lugar de utilizar para esto la portadora, como en QAM. Los sistemas CAP propuestos implementan 5 velocidades

² ANSI es el Instituto de Estándares Nacional Americano, encargado de la creación de estándares de comunicación para diferentes tecnologías.

downstream, en baudios, implicadas con 5 constelaciones que van desde 8 a 256 estados QAM, lo que implica que mediante redundancia controlada solo se están usando la mitad de los estados normalmente utilizados, en caso de QAM sin codificar. Al iniciarse una conexión, un módem CAP verifica la calidad de la línea de acceso e implementa la versión codificada de QAM mas adecuada (8 a 256 QAM) para el caso en particular.

El algoritmo de CAP proporciona los datos en combinaciones de bits en forma de amplitud y fase, de esta manera crea varios signos a ser enviados por las líneas del par de cobre. A diferencia de DMT, CAP usa la frecuencia entera que va de 26 KHz hasta 1.1 MHz como un canal, ver figura 2.4. CAP es usado hoy en algunas de los standard para módem de comunicación como V.32/ V.32bis. El número de signos que la CAP puede generar depende de la cantidad de pedazos de la información que queremos enviar encima de la línea, por usar algoritmo diferente CAP puede ajustar el tasa de transferencia de una sesión de ADSL en tiempo real.

Bajo costo y adaptación de velocidad son las principales ventajas de CAP. En cambio DMT se considera una tecnología más fiable y sofisticada y se cree que dominará el mundo de la comunicación futuro. El estándar ITU ADSL define el DMT como el método de modulación a ser usado en equipos de comunicaciones ADSL pero algunos de los fabricantes trabajan en una norma diferente que usará la tecnología de la CAP.

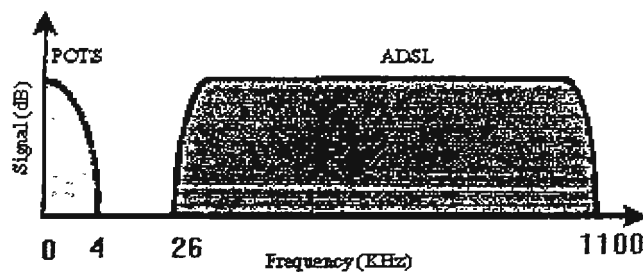


Figura 2.4 Espectro de modulación CAP

2.1.4 ARQUITECTURA

2.1.4.1 Modelo de Referencia ADSL

En la actualidad ADSL Forum es la asociación que agrupa a los distintos fabricantes de ADSL y se encarga de la estandarización de esta nueva tecnología. Como se puede observar en la figura 2.5 existe un Modelo Referencia ADSL Forum para redes ADSL, en el cual se pueden ver las componentes de red, así como las interfases utilizadas para su interconexión.

En este modelo de referencia se puede observar que la línea telefónica (**loop**) es delimitada por las interfaces UC (en el lado de la central) y por UR (en el lado del cliente). La línea telefónica puede o no ser utilizada por el servicios POTS ³, si este la usara, en el local del cliente se deberá incluir un “POTS Splitter” que provee la interfase U-R2, y en lado de la central la interfase U-C2. El ADSL en la oficina central es manejado por el ATU-C (unidad terminal ADSL). Las unidades de ATU-C pueden estar individuales, o montadas sobre otros equipos, es decir, integradas en los nodos de acceso. El ATU-C está apareado con una unidad espejo, a un ADSL remoto de la unidad terminal (ATU-R). El ATU-R generalmente es un dispositivo individual, ubicado en el local del cliente, que recibe los datos que provienen de la red de servicio en el canal downstream y envía los datos hacia la red de servicio por el canal duplex.

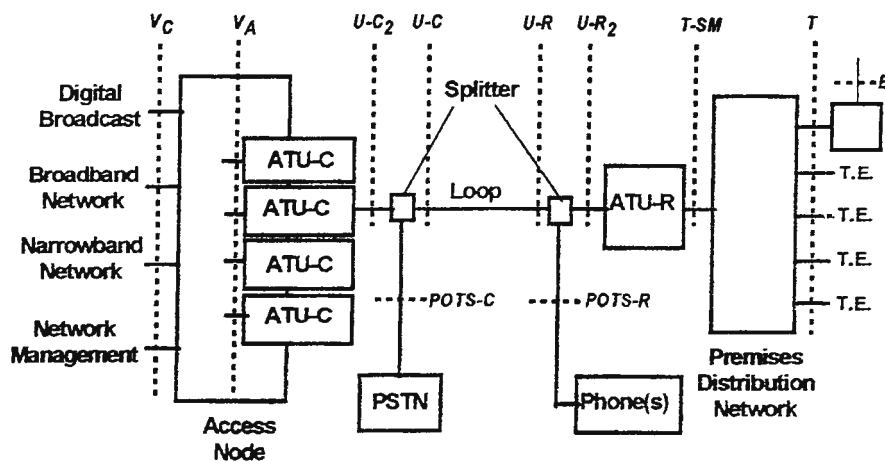


Figure 2.5 Modelo de Referencia ADSL Forum

El ATU-R provee una señal digital a la interfase T-SM para conectarse ya sea un equipo terminal o a un módulo de distribución. Si se ocupara un módulo de distribución en local del cliente la Interfase T se encuentra entre la red de distribución en local del cliente y los módulos de servicios. El enlace ADSL finaliza en el local del cliente con un o varios equipos terminales TE. Las interfases V pueden contemplar STM (Modo de Transferencia Síncrona), ATM (Modo de transferencia Asíncrona) o ambos, dependiendo del equipo que se utilice. La red de Acceso comprende los equipos en la central (ATU-C, Splitters), la línea local y los equipos en el local del cliente (ATU-R, Splitters). Cada uno de los elementos del modelo de referencia ADSL Forum son descritos en el Anexo A.

³ Cuando se habla de servicios POTS se refiere a los servicios ofrecidos en la red vieja de telefonía, específicamente transmisión de voz por el par de cables tradicional para teléfonos.

1.4.2. Especificaciones y funciones del Splitter

El POTS Splitter es considerado ser el dispositivo que separa la señal POTS de las señales ADSL, previniendo así interferencias en los datos. Los POTS Splitter pueden ser:

- **Activo ó Pasivo:** Incluyendo la sección del filtro pasa bajos (LPF) y la sección del filtro pasa altos (HPF) ó incluyendo solo la sección del LPF.
- **Adyacente a la NID** (Network Interface Device) o alojado dentro de la NID
- **Adyacente a cada teléfono,** Adyacente al ATU-R ó integrado al ATU-R.

La sección del filtro pasa bajos contiene los circuitos que dejan pasar las frecuencias POTS (desde 0 a 4 KHz) hacia y desde el equipo telefónico y bloquea la señal ADSL.

Los filtros pasa altos son necesarios para prevenir frecuencias bajas, los circuitos pueden ser incluidos y ser parte del ATU-R, o pueden ser incluidos dentro del POTS Splitter. El estándar que especifica las condiciones de la línea sobre las cuales el Splitter y ADSL deberán ser capaces de operar sin causar distorsión significativa en la señal POTS es en **ANSI T1.413-1995**.

En el mas común de los casos a ser considerados, la instalación de un módem ADSL requiere de la modificación de la línea telefónica con servicios de POTS activos y con teléfonos conectados, insertando un “POTS Splitter” (ver figura 2.6). En los Estados Unidos un NID (Network Interface Device) establece la demarcación física entre la red y el local del cliente. La habilidad de instalar el POTS Splitter antes del ATU-R tiene una apelación particular cuando el ATU-R es dominado e instalado por el usuario y no por el proveedor de la red.

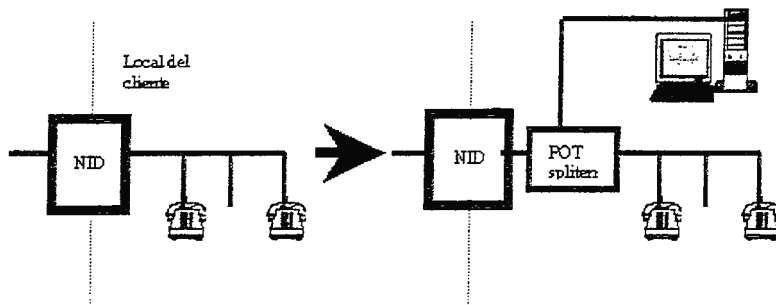


Figura 2.6 ADSL conceptual, instalación del ATU-R/Splitter

Como se explicará a continuación, en algunas configuraciones no se utilizan Splitter, en su lugar se instalan microfiltros a la entrada de las terminales telefónicas. Sin embargo este tipo de configuraciones limita al mismo tiempo las velocidades que se pudieran obtener, ver tabla 2.2.

TIPO DE CONFIGURACIÓN	VENTAJAS	DESVENTAJAS
<p>ATU-R contiguo al T.E.(equipo terminal) con POTS Spliter separado</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Se asegura una potencia aproximada • Mayor Flexibilidad de conexión de T.E. • Separación máxima de ADSL y POTS • Mayor compatibilidad con fabricantes diferentes. • Corto cableado de la interfase T.sm 	<ul style="list-style-type: none"> • Se requiere muchas veces nueva instalación debido a que la sección ADSL está separada
<p>ATU-R contiguo al T.E y con POTS Spliter distribuidos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Se asegura una potencia aproximada • Mayor Flexibilidad de conexión de T.E. • Protección similar a la del Spliter separado. • Mayor compatibilidad con fabricantes diferentes. • No necesita cambio del cableado existente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Todos los teléfonos necesitan ser equipados • Problemas cuando se cambia de topología.
<p>ATU-R con POTS Spliter integrado y contiguo al NID</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Las señales ADSL pasan por medios de transmisión no pre-existentes, minimizando los problemas que generan las instalaciones antiguas 	<ul style="list-style-type: none"> • ATU-R localizados en garages, áticos o afuera de los locales está expuestos a deterioros por el ambiente. • La complejidad de instalación limita el uso de algunas redes de distribución locales .
<p>ATU-R con POTS Spliter integrado y contiguo al T.E</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Se asegura una potencia aproximada. • El cableado de la interfase T-sm será corto ó no existente. • Mayor Flexibilidad de conexión de T.E.. 	<ul style="list-style-type: none"> • Los teléfonos conectados podrían accidentalmente ser desconectados • Requiere diversos enrutamientos de dos pares de cables para reducir las interferencias.

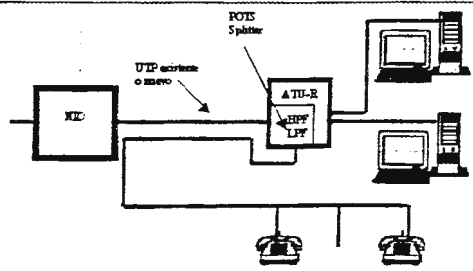
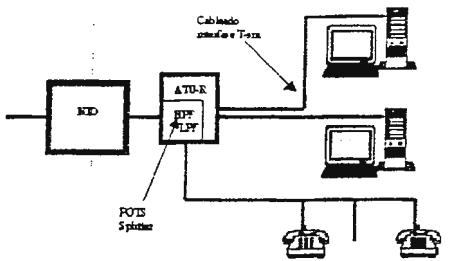
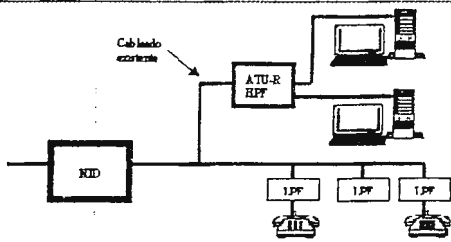
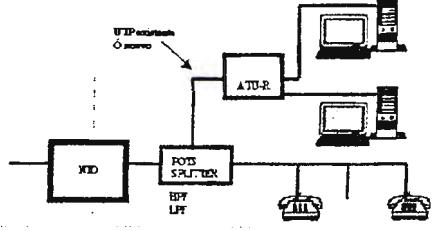


Tabla 2.2 Configuraciones básicas ATU-R/Spliter

2.1.4.3 ADSL G.lite

En la figura 2.2, en el capítulo 2.1.2, se ilustró como un full-rate ADSL y G.lite se ajustan en una arquitectura típica de red de acceso. G.lite es definida como la operación de un módem ADSL sin un splitter instalado afuera del local del cliente. Hay varias razones por las cuales es posible eliminar el uso de un splitter, como lo son:

- La aplicación original de ADSL fue VoD, ésta requería un POTS Splitter para satisfacer los servicios requeridos sobre un rango ancho de condiciones y áreas de servicio. Para G.lite, sin embargo el foco es una aplicación al cliente como un mercado masivo para el acceso al Internet.
- El servicio ADSL puede ser habilitado solo después de que la instalación es debidamente completada, por consiguiente el desarrollo es restringido por el personal calificado disponible para llegar al sitio de instalación.

ADSL G.lite ha tenido una gran aceptación y crecimiento debido a que el módem del cliente es de fácil instalación, tiene capacidad para largas distancias de transmisión, flexibilidad de velocidades de datos, existen estándares globales e interoperabilidad, es compatible con ADSL full-rate y está orientado principalmente al servicio de rápido acceso al Internet.

2.1.4.4 Configuraciones básicas ATU-C

Como lo muestra la Figura 2.7, los módems localizados en cada Oficina Central (CO), son conectados muchas veces para un enrutamiento IP (Protocolo de Internet) a través de un Hub Ethernet ó un switch. El concentrador habilita a gran número de usuarios para usar la red que estaría implicada por el número de puertos de enrutamiento. Un separado enlace ethernet se conecta a cada módem hacia el switch o hub, el cual es conectado a un router que realiza un enrutamiento IP hacia el backbone del proveedor del servicio.

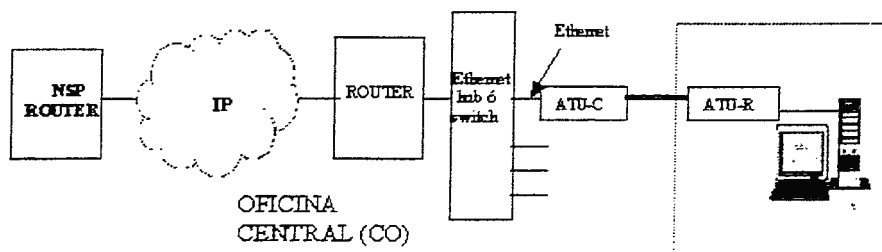


Figura 2.7 Red de acceso basada en Routers

El inconveniente de la arquitectura basada en Routers es que no puede ser escalable a los incrementos de ancho de banda para el mercado residencial, y ésta no puede ser migrado fácilmente para la mezcla de servicios y conmutarlos. Múltiples servicios por usuarios requieren separados router por cada servicio. A consecuencia de este problema, NSPs ahora desarrolla redes casi exclusivamente con conmutación ATM nivel 2.

Los NSPs ofrecen ahora redes ADSL con **Circuitos Permanentes Virtuales (PVCs)**, un camino basado en ATM entre una terminal de usuario y el ISP ó el gateway corporativo de una LAN. Un PVC no puede ser alterado por el usuario y es asignado por la administración de red siguiendo un orden específico. El plan original de redes de acceso ATM ambicionó la introducción de Circuitos Virtuales Conmutados (SVCs) para redes creciendo en tamaños y capacidades. Una conexión SVC es establecida en tiempo real en respuesta a mensajes de señalización del cliente.

La figura 2.8 muestra un modelo simple de red de acceso ATM. Esto empieza con la asunción que todo el tráfico es conmutado a través de un backbone ATM. Esto da alta flexibilidad de conexión a múltiples servicios y proveer el mejor compromiso entre paquetes y perfiles de tráfico video/audio. Con un DSLAM se consigue un grupo de módems integrados en un solo equipo, los cuales son capaces de dar servicio a un determinado número de usuarios.

La nube ATM se encuentra entre la red de acceso y el proveedor de acceso ADSL, y permite conmutar una gran variedad de servicio de banda ancha demandados por los clientes. La mayoría de equipos DSLAM poseen una interfase ATM para conectarse con los servidores proveedores de servicios.

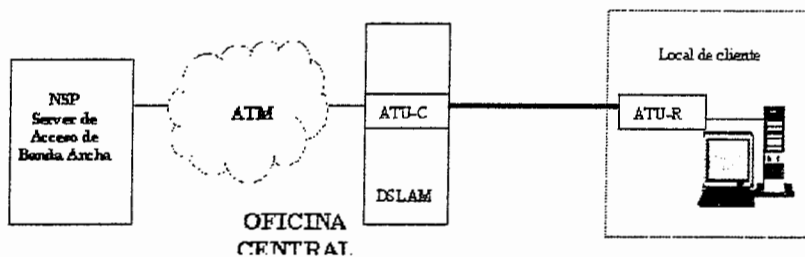


Figura 2.8 Red de Acceso ATM

2.1.5 ESTANDARES

Para proveer un significado acerca de la implementación de equipos en modo-duplex, el ITU ha definido **G.994.1** (handshake) para la capacidad de intercambio entre el módem y la tarjeta del equipo terminal. El esquema es similar al de V.8bis e incluye un mecanismo de escape por caídas especificada por **ANSI T1.413**, en caso que el handshake falle. La información intercambiada durante el handshake incluye identificación del fabricante e información no de estándares, la cual puede ser usada para funciones propietarias.

Como con los sistemas de transmisión tradicional, ADSL usa un canal de operación compartido para manejar los niveles físicos entre el intercambio local y el módem en las localidades del cliente. El canal provee acceso a varios registros de niveles bajos que pueden ser leídos desde cualquier sitio. El ITU-T ha definido un nuevo tipo de nivel físico desarrollado para ADSL **G.997.1**. Este esquema consiste en el simple protocolo de supervisión de red (SNMP) sobre un nivel alto de enlace de datos (HDLC) comunicando canales multiplexados en el flujo de bits con una supervisión de base de información (MIB) en cada lado. La administración de redes de acceso se explicará con detalles en el capítulo IV. El protocolo de transporte especificado para ADSL G.lite es: modo de transferencia asíncrono (ATM), el cual también es especificado para ADSL full-rate.

A continuación, tabla 2.3, se presentan los estándares utilizados:

Estándares	Contenido
ANSI, T1.413- 1995/1998 (Especificación original)	Red e instalación de cliente, interfases ADSL.
ETSI, ETR- 328 (Este estándar especifica las redes Europeas y fuentes de ruido. Para tecnología de transmisión este apunta a T1.413)	Requerimientos y desempeño para ADSL
ITU-T recomendación para ADSL	
G.992.1 (G.dmt)	Transeptores ADSL
G.992.2 (G.lite)	Transeptores ADSL sin splitter
G.994.1 (G.hs)	Procedimientos handsake para transeptores DSL.
G.995.1 (G.ref)	Visión general de transeptores ADSL
G.996.1 (G.test)	Procedimientos de prueba para transeptores DSL
G.997.1 (G.ploam)	Supervisión de nivel físico para (DSL).

Tabla 2.3 Estándares utilizados

2.1.6. INTERFASES ADSL

2.1.6.1 Consideraciones del Cable.

La calidad del cableado existente varía mucho, lo cual hace la transmisión de ADSL susceptible a fallas, el nuevo cableado es la excepción a la regla. Sin embargo, algunas de las configuraciones expuestas en la tabla 2.2 usan los cables ya existentes.

Si se realiza una instalación con cable nuevo, este debería de ser categoría 5 como el especificado en EIA/TIA 570.

El funcionamiento de señales ADSL y POTS juntas a través de un simple cable, ocasiona ruido de “cross’couples” generados por las señales de “ringin”, discado y el establecimiento de la llamada conmutada dentro de los niveles bajos de las señales de ADSL recibidas. Este problema podría reducirse con el empleo de un filtro pasa altos en el ATU-R.

2.1.5.2 Interfases de Equipos en Local del Cliente

Las interfases U-R, U-R2 y POTS-R utilizan un puerto RJ11. El cable y las especificaciones de pines se presentan en la Figura 2.9.

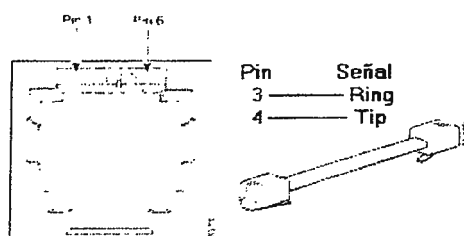


Figura 2.9 Especificaciones de interfases U-R, U-R2 y POTS-R

La interfase T-sm puede ser una interfase ATM o Ethernet. Ambas con conectores RJ45, se especifican en la Figura 2.10

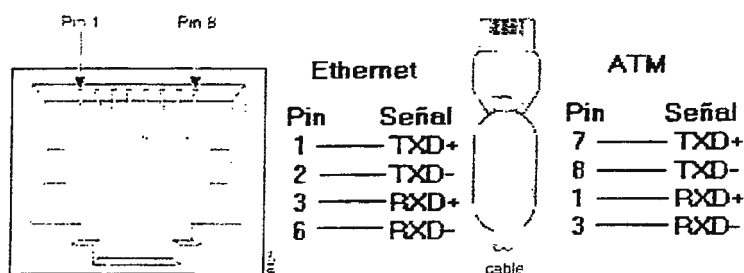


Figura 2.10 Especificaciones de interfases T-sm

La mayoría de equipos además cuentan con una interfase para supervisión la cual se establece a través de un conector Tj45. Estas especificaciones se muestran en la figura 2.11.

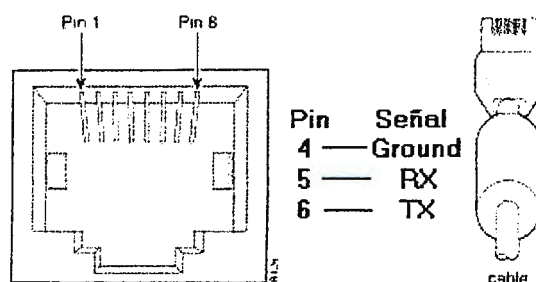


Figura 2.11 Especificaciones de interfases T-sm

2.1.5.3 Interfases de Equipos en Oficina Central

Los equipos ADSL en la Oficina Central normalmente están integrados en un solo módulo, así se pueden encontrar DSLAM con Splitter, módems y nodo de acceso incluidos. Por lo tanto no está definida una interfase estándar para equipos con módems y splitter separados. La interfase entre el nodo de acceso y la red de transporte podría ser ATM o STM ó una conexión de línea dedicada.

2.1.7. FABRICANTES ADSL

Existen en el mercado muchos fabricantes de elementos, tarjetas, módems, routers, splitters, filtros y DSLAMs que ofrecen una gran variedad de opciones y configuraciones, ofreciendo a los clientes una gran gama de productos. Entre las compañías más conocidas con soluciones ADSL están las siguientes:

- CISCO
- TEXAS INSTRUMENT
- SIEMENS
- ALCATEL
- NORTEL
- ANALOG DEVICES
- INTEL
- MOTOROLA
- 3COM
- ERICSSON

2.2 CABLE MODEM

2.2.1 INTRODUCCIÓN

Cable Módem es una tecnología que permite acceso de altas velocidades al Internet y otros servicios vía red de cable de televisión (CATV). Aun siendo similar en algunos aspectos al módem análogo tradicional, es significativamente mas poderoso y capaz de transportar datos aproximadamente 500 veces mas rápido.

Una red CATV es diseñada y utilizada para la distribución de televisión por cable. Con una actualización en el sistema, es posible permitir señales que fluyen en ambas direcciones utilizando altas frecuencias hacia el subscriptor y bajas frecuencias en la otra dirección.

En un esquema de Cable Módem se habla de **asimetría**, los canales downstream tienen mucho mas ancho de banda que los upstream, por lo cual se convierte en un acceso perfecto para el Internet y aplicaciones que demandan asimetría en sus transmisiones. Además un cliente puede continuar recibiendo el servicio de televisión mientras simultáneamente está recibiendo dato en el cable módem para ser distribuido a una PC.

2.2.2 CONCEPTOS BÁSICOS DE TRANSMISIÓN CABLE MODEM

La estructura o topología de la existente red de cable de TV consiste en estructura de árbol y arquitectura de ramificaciones, como lo muestra la figura 2.12. En cada comunidad una Central (punto original de señal de TV) es instalada para recibir señales de satélite ó la tradicional señales de televisión y luego distribuirla a través de la red montada.

Este servicio llega a las residencias de los clientes a través de un cable coaxial. Cada canal de TV, es transmitido en forma análoga sobre 6 MHz del espectro disponible en el cable. Múltiples canales son enviados sobre el mismo cable utilizando FDM (Multiplexación por División de Frecuencia). Debido a que diferentes canales son enviados a diferentes frecuencias desplazadas (ej. 54-60 MHz, 60-66 MHz, etc.), esta forma de transmisión es referida a la banda ancha.

La velocidad de este acceso depende de los equipos utilizados para modular la información digital en los canales análogos del cable de TV. Tales equipos proporcionan anchos de banda entre 500 Kbps y hasta 10 Mbps.

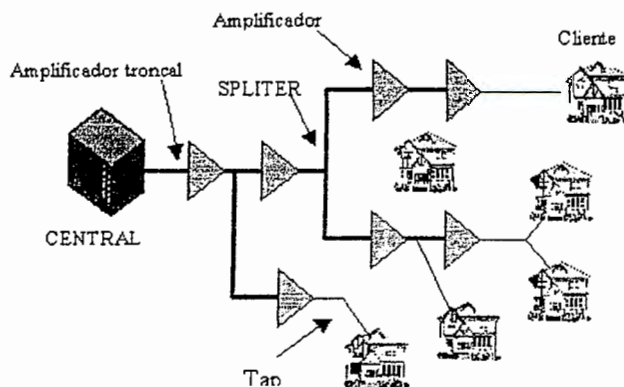


Figura 2.12 Topología cable coaxial árbol y ramificaciones

Para alcanzar geográficamente cobertura de la comunidad, los cables que vienen de la Central son divididos ó ramificados en múltiples cables. Cuando el cable es físicamente dividido, una porción de potencia de la señal es dividida para repartirse en las ramas. El contenido de la señal, sin embargo, no es dividido: los mismos canales de TV llegan a cada cliente en la comunidad. La red, por lo tanto, sigue una arquitectura lógica de bus, como se muestra en la figura 2.12. Con esta arquitectura todos los canales llegan a cada cliente todo el tiempo, aunque el cliente tenga ó no tenga encendida la TV.

Debido a la atenuación de la señal con la distancia, ya que viaja varias millas a través del cable hacia la casa del cliente, se utilizan amplificadores a lo largo del camino. El desarrollo de la tecnología de transmisión a través de fibra óptica ha conducido al perfeccionamiento de las redes de cable, para cambiar de la arquitectura de coaxial en árbol y ramas, hacia un aprovechamiento referido a la red HFC (híbrida fibra-coaxial). **Estas redes HFC forman la base para servicios digitales de alta velocidad, incluyendo el Internet sobre cable.** La transmisión sobre Fibra Óptica tiene dos principales ventajas: Un amplio rango de frecuencias pueden ser enviadas y las señales pueden ser transmitidas a grandes distancias sin la necesidad de amplificadores.

La mayor desventaja de la fibra es que los componentes ópticos que se requieren para enviar y recibir datos son caros. Debido a que son aún muy caros de desarrollar para cada cliente, el funcionamiento de la red ha adoptado una intermediaria fibra (FTTN) para el aprovechamiento de la comunidad.

La Figura 2.13 muestra la arquitectura FTTN. Varias localidades a lo largo del existente cable son seleccionadas en sitios para nodos comunitarios. Uno ó mas cables de Fibra óptica son instalados de la Central hasta cada nodo de la comunidad.

En la Central la señal es convertida de eléctrica a óptica formando una transmisión vía láser a través de la Fibra. En el nodo de la comunidad la señal es recibida vía láser, luego convertida de óptica a forma eléctrica y transmitida al vecindario sobre el coaxial.

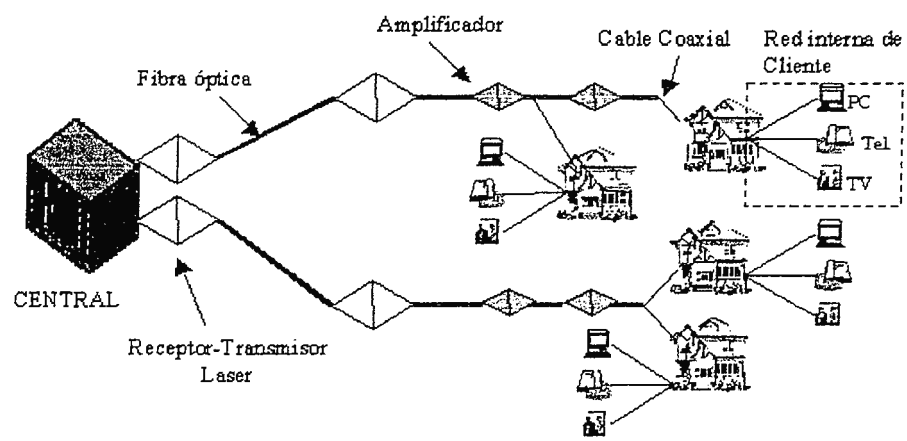


Figura 2.13 Arquitectura FTTN

Este reemplazo incrementa el ancho de banda que la planta es capaz de transportar. Esto también reduce el número total de amplificadores necesarios entre la central y los clientes. El número total de amplificadores es una componente económica importante, porque cada amplificador deberá ser actualizado ó reemplazado para soportar el ancho de banda que la fibra puede transportar. El número de amplificadores en cascada es importante para la calidad del servicio.

La migración hacia FTTN también crea una arquitectura “celular” en la que un separado espectro de canales de cable puede ser desarrollado por cada vecindario. Verdaderamente, creando mas canales, esta arquitectura facilita la adición de transmisiones de servicios personales, en el que diferentes servicios pueden ser ofrecidos a diferentes clientes simultáneamente. Muchos de estos servicios de punta, son basados en contenidos digitales, como videos comprimidos en demanda ó páginas de catálogos iterativos para compras.

2.2.3 CARACTERISTICAS DE CABLE MODEM

2.2.3.1 Velocidades alcanzadas por Cable Módem

Un simple canal downstream de televisión puede soportar hasta 27 Mbps para datos en downstream, utilizando tecnología de transmisión 64 QAM. Se pueden conseguir velocidades de 36 Mbps utilizando 256 QAM. Los canales downstream pueden desarrollar de 500 Kbps hasta 10 Mbps desde el cliente, usando técnicas de modulación 16 QAM o QPSK, dependiendo de la cantidad de espectro disponible para el servicio. Ambos anchos de banda son compartidos por los clientes de datos conectados, que son típicamente de 500 a 2,000 casas en una moderna red HFC.

Así por ejemplo si se cuenta con 200 usuarios de cable compartiendo una conexión de 27 Mbps, cada uno podría aproximadamente conseguir una velocidad de 135 Kbps. Cable Módem no ocupa una cantidad fija de ancho de banda durante su cesión, a diferencia de éste, se comparte la red con otros usuarios activos, los cuales hacen uso de los recursos solo cuando envían o reciben datos en ráfagas muy rápidas. Por lo tanto, los usuarios activos pueden agarrar todo el ancho de banda disponible durante los milisegundos que se necesiten bajar datos desde la red hasta muchos Mbps.

2.2.3.2 Utilización del Ancho del Banda

La mayoría de Cable Módems en Europa trabajan con especificaciones diferentes a las adoptadas en Estados Unidos. Estas se muestran en la tabla 2.4 que se muestra a continuación:

Frecuencia	42-850 MHz en USA y 65-850 MHz en Europa
Ancho de Banda	6 MHz en USA y 8 MHz en Europa
Modulación	64 QAM con 6 bits por símbolo (normal) 256- QAM con 8 bits por símbolo (mas rápido pero mas sensible a ruido)

Tabla 2.4 Especificaciones adoptadas en USA y Europa

Los datos en el canal upstream se transmiten en ráfagas, por eso muchos módems pueden transmitir sobre la misma frecuencia. La modulación utilizada puede ser QPSK o 16 QAM. Cada módem transmite ráfagas en ranuras de tiempo, que deberán ser marcadas y reservadas. La velocidad de downstream depende de la modulación y del ancho de banda, canales de 8MHz proporciona velocidades de 41.4 Mbps con 64 QAM y 55.2 Mbps con 256 QAM. Para canales de 6 MHz se proveen 31.2 Mbps con 64 QAM y 41.6 Mbps con 256 QAM.

En la figura 2.14 se puede apreciar el espectro de frecuencia de las señales upstream y downstream en las transmisiones vía Cable Módem, bajo normas Europeas.

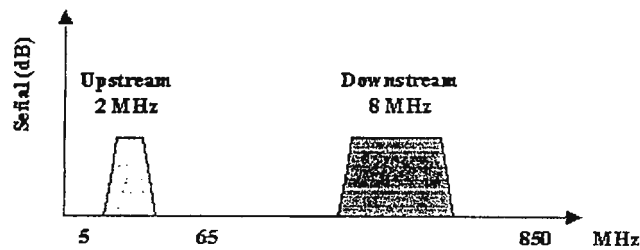


Figura 2.14 Uso del espectro para señales Cable Módem

2.2.3.3 Métodos de transporte de datos por Cable MODEM

Para mejorar el balance en los requerimientos de transporte, un canal downstream es normalmente apareado con un número de canales upstream. Cada Cable Módem transmite ráfagas en ranuras de tiempo, que deberán ser marcadas como reservadas, disputadas u oscilación.

Una ranura reservada es la reservada para un particular cable Módem para transmitir. Si dos deciden transmitir en la misma ranura, los paquetes colisionarán y los datos se perderán. El Sistema Terminal Cable Módem (CMTS), ubica las ranuras de tiempo de varios Cable Módems a través de un algoritmo de ubicación de ancho de banda (específico de cada fabricante). Las ranuras de tiempo marcadas como disputadas, son abiertas para todos los Cable Módems para transmitir en ellas. Si hubiera colisión de paquetes, el CMTS señalará después que no fueron recibidos datos, para hacer que el Cable Módem trate de nuevo en otra ranura de tiempo. Este tipo de ranuras son muy utilizadas para transmisiones de datos muy cortas.

Debido a la distancia física entre el CMTS y el Cable Módem, el retardo de tiempo varía mucho y puede ser del rango de milisegundos. Para compensar esto, todos los Cable Módems utilizan un protocolo de oscilación, que mueve efectivamente el "clock" de un Cable Modem individual, adelantando o retrocediendo para compensar el retraso. Para hacer esto, un número (normalmente 3) de ranuras de tiempo consecutivas son configuradas aparte

2.2.4 ARQUITECTURA DE CABLE MODEM

2.2.4.1 Elementos que componen el Cable Módem

Como los módem de banda de voz, CM modula y demodula las señales de datos. Sin embargo incorpora mas funciones satisfactorias para el servicio de Internet a altas velocidades hoy en día. Hay diferentes tipos de Cable Modems, pero la arquitectura básica es como la que se muestra a continuación (ver figura 2.15).

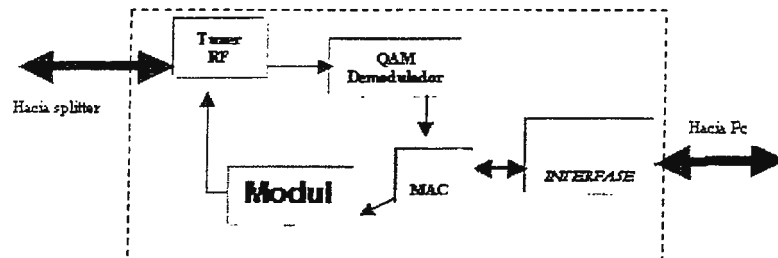


Figura 2.15 Elementos de una Cable Modem

- **TUNER RF** : Conecta directamente al CATV, debe ser de la suficiente calidad para poder recibir la señal modulada digital QAM. Compañías como ALPS, Sharp, Temic y Panasonic son fuertes proveedores de este.
- **DEMODULADOR** : En la dirección de llegada, la señal es introducida al demodulador, el cual consiste en un convertidor A/D, demodulador QAM-64/256, sincronizador de trama MEG, corrector de error Reed Solomon. El líder fabricante es Broadcom, con un simple integrado demodulador. Otras compañías son Stanford Telecom.
- **MODULADOR** : En la dirección de transmisión la señal modulada a la salida de este módulo alimenta en Tuner, modula QPSK/QAM16 en la frecuencia seleccionada y convierte la señal de digital a análoga. La señal de salida tiene un nivel de salida variable, los niveles pueden ser ajustados para compensar las pérdidas desconocidas del cable.
- **MAC** : Consiste en un mecanismo de control de acceso a medios de comunicación (Media Access Control) entre los caminos del receptor y transmisor. Este puede ser implementado en hardware ó ser dividido en hardware u software. Broadcom, ibit (ahora Texas Instruments), Connexant y otros son compañías que trabajan en este mercado.
- **INTERFASE** : El dato que pasa a través de MAC van por la interfase de la computadora Cable Modem, siendo esta Ethernet,, USB ó de bus PCI.

2.2.4.2 Arquitectura de red de Acceso para cable módem

En la central, los datos de usuarios individuales son filtrados por demoduladores upstream, para ser procesado después por el **CMTS**. Un CMTS es un sistema de conmutación de datos especialmente diseñado para enrutar datos de muchos usuarios de cable modem sobre una interfase de red multiplexada. Al mismo tiempo, un CMTS recibe datos del Internet y provee la conmutación de datos necesaria para enrutar datos para el usuario del cable módem. El resultado es datos de usuario dentro de canales de 6 MHz, el cual es alojado en el espectro de un canal de cable de televisión para la distribución a todos los usuarios, ver Figura 2.16.

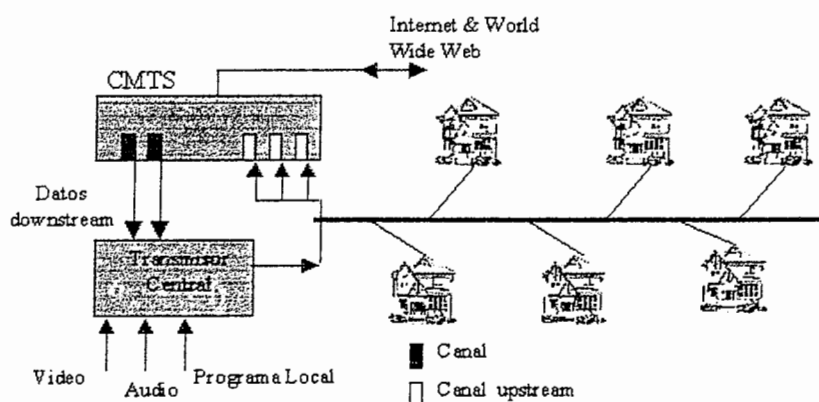


Figura 2.16 Sistema Terminal de Cable Modem

En la central principal se combinan los canales downstream con el video, audio y programa local, esta combinación es después transmitida a través de al red de cable. En el local del cliente, la televisión es recibida por una caja set-top, mientras los datos de usuario son separadamente recibidos por un cable módem y enviados a la PC. El número de canales de upstream y downstream en un CMTS dado, puede ser diseñado en base al área de servicio, número de usuarios, velocidades ofrecidas para cada usuario y espectro disponible.

Otro elemento importante en la operación de sistemas cable módems es un **sistema de administración (EMS)**, que se encarga de todas las tareas de administración de los servicios hacia los usuarios.

La arquitectura de red de cable módem es similar a la de una LAN de oficina. Un CMT provee una red Ethernet extendida sobre una WAN con un alcance geográfico hasta de 100milla. La red de cable de datos puede ser totalmente administrada por una unidad de operación de cable local. Alternativamente todas las operaciones pueden ser agregadas en un centro de datos regional.

Dada la geografía ó región metropolitana, puede unas pocas centrales de cable de televisión conectadas juntas por enlaces de fibra óptica. Una red de cable módem, como se puede ver en la figura 2.17, puede llegar a ser una gran plataforma de comercialización, cuyo centro de operación es una Central Regional de Cable, típicamente sirviendo de 200,000 a 400,000 residencias; con alimentadores con Hubs de Distribución a través de un **anillo de fibra metropolitano** (cada uno sirviendo de 20,000 a 40,000 residencias). En los Hubs de Distribución las señales son moduladas en transporte análogo y después enviadas sobre líneas de fibra óptica a los nodos (sirviendo de 500 a 1,000 residencias). Del nodo, estas señales son transportadas vía cable coaxial al negocio o residencia de los clientes.

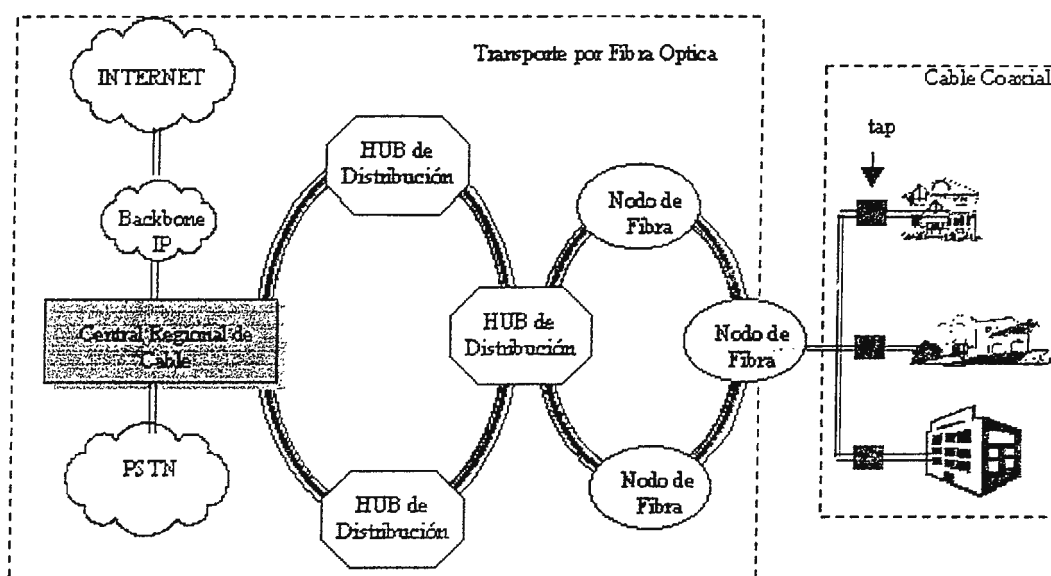


Figura 2.17 Distribución de HUBS

El Hub es el punto de intercambio entre la fibra óptica regional y la planta de cable, el CMTS cubre datos de protocolo WAN, en señales digitales que son moduladas para la transmisión sobre HFC, y después demoduladas por el cable módem en el negocio o residencia.

2.2.4.3 Configuración Cable Modem Externo.

Consiste en una pequeña caja externa que conecta a la computadora normalmente a través de una conexión ethernet. Se necesita adicionar una tarjeta Etherneth a la computadora antes de conectar el Cable Modem, sin embargo se pueden conectar varias PC's. También el CM trabaja con muchos sistemas operativos y plataformas de hardware, incluyendo MAC, UNIX, laptop

computer, etc. Otra interfase para Cable modem externo es USB, con la ventaja de fácil instalación y con el inconveniente que solo se puede conectar una PC.

2.2.4.4 Cable Modem Interno.

Consta de una tarjeta electrónica que se adiciona a la PC. Podría ser la implementación mas barata pero tiene varios inconvenientes. El primer problema es que este solo puede ser usado en Desktop PC's. Para Mac's y laptop's es posible pero requieren de un diseño especial.

El segundo inconveniente es que el cable conector no es galvánico, lo cual ocasiona ciertos problemas en algunas redes de CATV, requiriendo actualizaciones mas caras de la red de instalación. Algunas redes en algunos países no son aptas para usar modem internos debido a restricciones técnicas.

2.2.4.5 Configuración Caja Iterativa Set/Top.

La principal función de la caja iterativa es proveer mas canales en el mismo limitado numero de frecuencias. Esto es posible con el uso de televisión con codificación digital (DVB). Una caja iterativa set/top provee un canal de retorno, a menudo a través del ordinario POTS, permitiendo al usuario el acceso al Web-Browsing, Email, etc., directamente en la pantalla de la TV (Ver figura 2.18).



Figura 2.18 Configuración Caja Iterativa Set/Top

2.2.4.6 Instalación típica

Cuando se instala un Cable Modem, son requeridos un Splitter y un nuevo cable. El Splitter divide la señal de la vieja instalación y del nuevo segmento que contiene el Cable Modem. La señal transmitida del Cable Modem puede ser fuerte, que podría dañar algunos televisores. El aislamiento que proporciona el Splitter podría no ser suficiente, entonces un extra-filtro pasa altos puede ser necesario en el conector que va hacia el TV. El filtro pasa

altos permite que solo la frecuencia del canal de TV pase. La otra razón de usar filtros es para bloquear el ingreso de bajas frecuencias de las instalaciones del local, ver figura 2.19.

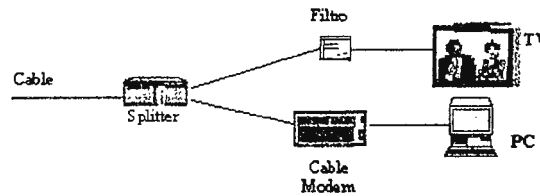


Figura 2.19 Instalación típica de Cable Modem

2.2.5 ESTANDARES

Para Cable Módem existen tres estándares principales. La primera generación de Cable Módems utiliza sistemas de protocolos propietarios, haciendo imposible para los operadores de red utilizar multiservicios en el mismo sistema.

DAVIC/DVB, fue el primer estándar europeo, MCSN es un estándar estadounidense (DOCSIS) y IEEE con 802.14. Este último es referido al uso de ATM sobre redes de cables para facilitar múltiples servicios incluyendo telefonía, datos, y video. Actualmente estándares Cable Módems incorporan Ethernet sobre Cable Módem.

2.2.6 INTERFASES

2.2.6.1 Ethernet

En la mayoría de módems, la interfase data-point es 10 Mbps Ethernet. Algunos argumenta que se necesitan 100 Mbps Ethernet para poder trabajar con la máximas velocidades 27-56 Mbps (downstream) del CM, pero eso no es cierto. Aun en una buena instalación un CM no puede trabajar un 10 Mbps Ethernet, dado que el downstream es compartido por muchos usuarios.

2.2.6.2 USB (Universal serial Bus)

Intel, recientemente anunció que están trabajando con Broadcom en Cable Modem con interfase USB. Este especula bajar los costos de instalación para algunos usuarios con menos habilidades en computadoras.

Obviamente no se necesita abrir la caja para instalar una tarjeta Ethernet, si la computadora tiene una interfase USB. Si la computadora no tiene una interface USB, se necesitará instalar ésta.

2.52.6.3 MODELOS DISPONIBLES EN EL MERCADO

Básicamente Cable Modem está disponible para personas comunes, así como los modem análogos e ISDN. Dos modelos diferentes existen para la compra/venta actual. En ambos casos el operador CATV vende la suscripción del acceso a Cable Modem, y toma el papel como Proveedor de Servicio de Internet (ISP).

Modelo 1. El primer modelo consiste en que el vendedor normalmente provee tanto el CMTS como el Cable Modem para el sistema integrado. El subscriber arrenda (ó compra) el cable mode al operador CATV, como mucho el modelo normalmente usado como caja set/up.

Modelo 2. El segundo modelo es el ideal desde muchos puntos de vista, pero no puede ser implementado antes de que estándares de Cable Modems sean firmado, suficiente par garantizar Cable Momen de varios fabricantes trabajar juntos en el mismo sistema. La diferencia aquí es que el subscriber compra el Cable modem en una tienda de computadoras como si comprara otro modem. El CATV solo provee el servicio de Cable Modem. Cable Modem de venta en tiendas de distribuidores es ahora una realidad, en algunos lugares.

2.2.7. Fabricantes Cable Módems

Las compañías vendedoras mas importantes, certificadas por DOCSIS modems, ofrecen a los clientes productos certificados, a continuación se encuentra un listado:

- TOSHIVA
- 3COM
- GENERAL INSTRUMENT
- CISCO SYSTEM
- PHILIPS ELECTRONICS
- SAMSUNG
- SONY CORP
- ARRIS INTERACTIVE
- ASKEY COMPUTER CORP

Otras compañías son conosidas por tener un certificado conforme los estándares DVD/DAVIC, a continuación se listan las mas importantes:

- COM21
- ZENITH
- LANCITY/BAY NETWORK
- DOCOM
- DELTAKABEL
- CADANT

2.3 WIRELESS

2.3.1 INTRODUCCIÓN

Tecnologías Wireless son utilizadas hoy en día, para interconectar computadoras o LANs y para el acceso al Internet, utilizando señales de radio frecuencia (RF). Estas tecnologías tienen muchas ventajas sobre los sistemas alámbricos como lo son: rápido desarrollo, altas velocidades de datos y la habilidad de dar servicio a clientes independientemente de la infraestructura de red de acceso disponible.

Los módems Wireless de banda ancha desarrollan su función utilizando anchos de banda del orden de los MHz, lo cual permite transportar datos a muy altas velocidades. Es importante notar que, a diferencia de celular, PCS (Servicio de Comunicación Personal) o GSM (Sistema Global par Comunicación Mobil), **las redes Wireless de banda ancha son consideradas como servicios de aplicaciones de acceso fijo**. La movilidad no se toma en cuenta en esta tecnología.

En el presente capítulo se describen las diferentes tecnologías Wireless utilizadas en redes de acceso asimétrico que proveen una combinación de servicios incluyendo voz, datos, multimedia iterativa, video conferencias, acceso al Internet, video bajo demanda, educación a distancia y telemedicina. La tecnología Wireless que ofrece altas velocidades de acceso al Internet, es conocida como LDMS (Sistema de Distribución Local Multipunto).

2.3.2 CONCEPTOS BÁSICOS DE ACCESO WIRELESS

2.3.2.1 Elementos básicos que componen una red Wireless

En los sistemas con tecnologías Wireless de banda ancha, la distribución de señales a clientes remotos requiere de tres elementos esenciales: una estación base, un equipo en las instalaciones del cliente (CPE), y un sistema de administración de red (NMS), ver figura 2.19.

La **estación base** es la localidad central que colecta todo el tráfico para y de los clientes dentro de una celda determinada. La estación base incluye tanto los equipos interiores como los exteriores. El equipo interior provee una interfase hacia las líneas fijas ó hacia el backbone wireless.

El equipo exterior consiste en un transmisor y un receptor, y es generalmente es localizado en una torre ó en muchos techos de edificaiones. Este entrega y colecta el tráfico para y desde los subscriptores dentro de una celda o sector.

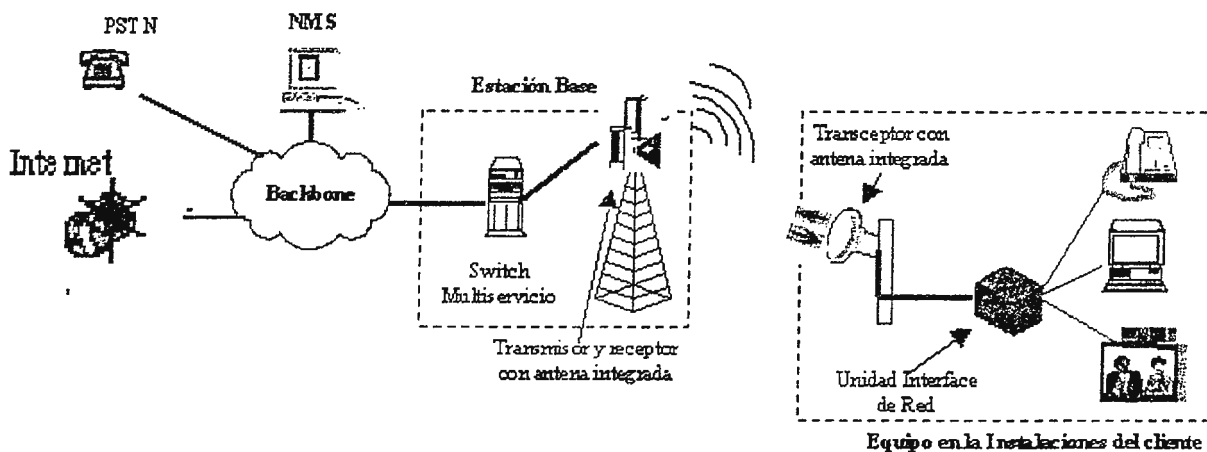


Figura 2.19 Elementos principales de red de acceso Wireless

El equipo en las instalaciones del cliente refleja la funcionabilidad de la estación base con alguna capacidad. En las instalaciones del cliente el transmisor, receptor y una antena son idealmente alojados en un unidad compacta que es altamente direccionable.

El Sistema de administración de Red gobierna tanto los componentes de red como los servicios que están siendo proveídos. El NMS provee una funcinabilidad “end to end” a través de los elementos alámbricos e inalámbricos de la red, incluyendo al backbone y al lugar del cliente.

2.3.2.2 Metodos de Acceso

Los diseños Wireless son construidos alrededor de 3 métodos de acceso primario: TDMA, FDMA y CDMA. La mayoría de operadores de sistemas y actividades estándares apuntan a TDMA y FDMA como apropiadas. En la dirección de downstream, la mayoría de compañías, proporcionan TDM (time división multiplexed) tanto para un usuario específico (punto a punto) como para varios sitios de usuarios (diseño de sistemas punto a multipunto).

La figura 2.20a ilustra un esquema de FDMA con el cual múltiples clientes comparten la conexión de downstream . Frecuencias separadas son usadas por cada local del cliente hacia la estación base.

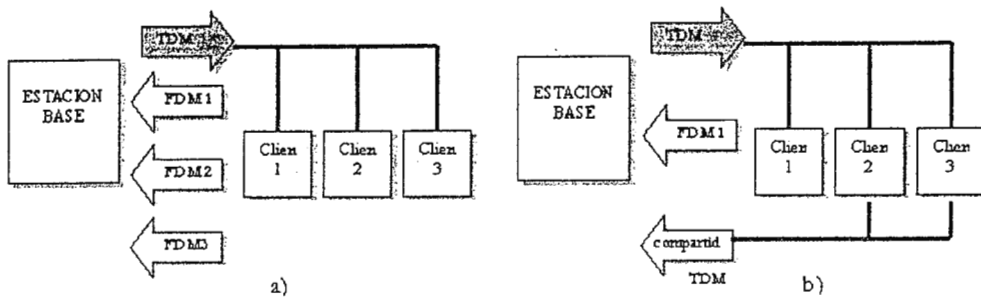


Figura 2.20 Acceso a) FDMA y b) TDMA

La Figura 2.20b ilustra un esquema TDMA, con el cual múltiples clientes comparten tanto los canales downstream como los upstream. Estos dos métodos de acceso proveerán la mayoría de enlaces de acceso para sistemas LMDS, escoger entre ellos es directamente dependiente del sistema operador, de la estrategia de servicio y del objetivo de mercadeo. Para clientes que requieren de un simple puerto 10 base T para el acceso al Internet, requieren de un muy bajo requerimiento de upstream y un alto requerimiento de downstream. En este caso, acceso TDMA ofrece grandes ventajas, permitiendo múltiples velocidad de datos bajas compartiendo un simple canal. En adición, la estación base termina en un solo módem, permitiendo que múltiples clientes lo compartan en la estación base. Existen otros aspectos importantes que son tomados en cuenta para la elección del método de acceso, ver tabla 2.6.

ASPECTO	TDMA	FDMA
Eficiencia para tráfico en asimétrico	TDMA permite respuestas en ráfagas y no demanda espacios a menos que fuera necesario.	FDMA está siempre enlazado, indiferentemente que el usuario envíe o no datos.
Control del medio de acceso inalámbrico (MAC)	65-90% de rango de eficiencia MAC o mas alta dependiendo de las características de la demanda de el usuario y del diseño del MAC.	La eficiencia es estimada al 100%, sin MAC.
Mezcla en el local del cliente	Ambos, los sistemas FDMA y TDMA permite usuarios de alta prioridad a ser enviados primero.	Ambos sistemas multiplexan diversos flujos a través de la misma tubería inalámbrica.
Eficiencia del canal	Eficiencia estimada en un 88%.	Eficiencia es del 100%.
Porcentaje FEC	75 a 85 %	91 %
Máxima velocidad de datos	TDMA permite ráfagas para una máxima velocidad del canal, basada en algoritmos de limpieza para MAC inalámbricas y multiplexores del cliente.	FDMA provee una constante tubería, con ráfagas basadas en algoritmos de limpieza en el multiplexor del cliente.

Tabla 2.6 Aspectos importantes de sistemas TDMA y FDMA.

Múltiple Acceso por división de códigos “**CDMA**”, es una nueva técnica muy utilizada en las comunicaciones móviles, la cual no es dividida en frecuencia ni tampoco en slot de tiempos y todos los usuarios son capaces de transmitir sobre la misma banda de frecuencia. Son utilizados canales de trafico separados, a todos los usuarios se les asigna un código único. Cuando el usuario desea transmitir una trama de bits, se reemplaza por un código o uno de los códigos de complemento (por ceros).

2.3.3 CARACTERISTICAS

2.3.3.1 Velocidades alcanzadas a través de MMDS

Servicio de Distribución Multicanal Multipunto “MMDS”, utiliza en la mayoría de países, un rango de frecuencias entre 2 y 3 GHz. Con una eficiencia espectral de compresión de video digital, pocos canales RF por sistemas MMDS pueden ser dedicados para proveer anchos de banda mayores que 10 Mbps, altas velocidades para usuarios de servicio de internet y proveer adicionales ganancias para los operadores de red. Un simple canal RF de 6 MHz puede desarrollar una velocidad de datos de 30 Mbps o 27 Mbps, detrás de FEC. MMDS fue originalmente intentado para proveer torres simples de cobertura sobre áreas de 30-35 millas de radio en modelos de TV broadcast en cambio LMDS solo cubre 2 millas.

2.3.3.2 Metodos de Transporte Wireless

La capacidad del sistema LMDS puede ser desarrollada en términos de velocidad de datos y máximo número de clientes en servicio. Para los cálculos de velocidad de datos, la capacidad de sistemas LMDS es igual al número de celdas instaladas en un sistema multiplicado por la capacidad de cada celda. La capacidad de celda es igual al número de sectores en la celda. Para cada modulación empleada existe una eficiencia espectral, ver la tabla 2.7.

Modulación	Eficiencia Espectral
4 – QAM	1.5 b/s/Hz
16 – QAM	3.5 b/s/Hz
64 – QAM	5.0 b/s/Hz

Tabla 2.7 Eficiencia Espectral de diferentes modulaciones

La eficiencia espectral es dada en bits por segundos por Hz y es una característica de merito para diferentes esquemas de modulación. Por ejemplo, usando esta eficiencia espectral, y asumiendo 1,000 MHz de uso del espectro con una reutilización de frecuencia de 2, el sistema LMDS provee 500 MHz de espectro usado por sector. Asumiendo 1,000 MHz de espectro disponible y frecuencia de reuso de 2, el sistema LMDS proporciona 500 MHz de utilización del espectro por sector. Asumiendo transmisión simétrica, hay 250 MHz in cada dirección por sector. La capacidad por sector es mostrada a continuación: **Ejemplo 1:** Si cada instalación de cliente usa enlace de 5 Mhz FDMA con modulación QAM-4, esto provee $5 \times 1.5 = 7.5$ Mbps por cada sitio del cliente.

Hay $(250/5) = 50$ de estos enlaces, proporcionando un total de 375 Mbps para upstream. El enlace de downstream también usa modulación 4-QAM, proporcionando 375 Mbps. **Ejemplo 2:** Si en cada sitio del cliente se utiliza enlaces de 5 MHz FDMA con modulación 64-QAM, proporciona en total 1250 Mbps. En los cálculos previos fue los 5MHz FDMA. Utilizando esta asunción para calcular el número total de usuarios, hay $250 \text{ MHz} / 5 \text{ MHz} = 50$ sitios de clientes por sector y el número de sectores dicta el número total de sitios de clientes por cada celda. El sitio del cliente puede ser una gran empresa con muchas oficinas, todas conectadas a la estación base a través del mismo canal de 5 Mhz.

Para sistemas TDMA se reduce la capacidad de velocidad comparada con los sistemas FDMA en el rango del 80%. También, los sistemas TDMA no usan modulación 64-QAM. Sin embargo modulación 64-QAM es usada solo en enlaces cortos como resultado de el incremento de niveles de señal requeridos para su operación. Los sistemas TDMA son la mejor alternativa cuando muchos usuarios de velocidades bajas serán servidos. **Por Ejemplo:** cada canal de 5 MHz TDMA puede proporcionar aproximadamente 80 DS-0 conexiones simultáneamente. El número total de usuarios en TDMA por sector sería : $80 \text{ DS-0 por canal} \times (250/5) = 4,000$. Si valores típicos de concentración sobre el sector entero y celdas son asumidos estar en el rango 5:1, este sistema TDMA permite un total de 20,000 DS-0 conexiones por sector . Sin embargo 20,000 conexiones por sector son demasiado con respecto al área de cobertura de estos sistemas LMDS ya que si 10 sectores fueran utilizados esto implicaría que 200,000 líneas DS-0 podrían ser soportadas. La típica distancia de cobertura de los sistemas LMDS están en un rango entre 3Km y 5Km por servicio del 99.99% en regiones de lluvia, así que 200,000 líneas es demasiado. Basado en estos números es importante mirar el efecto de combinación de métodos de accesos TDMA y FDMA para dar toda la velocidad y requerimientos de los clientes.

2.3.3.3 Características de tecnología LDMS.

El LMDS (Local Multipoint Distribution System) es un sistema de comunicación de punto a multipunto que utiliza ondas radioeléctricas a altas frecuencias, en torno a 28 ó 40 GHz, en las que existen bandas de frecuencia de unos 2 GHz con atenuación mínima (conocidas como "ventanas espectrales") ante los agentes atmosféricos.

El abonado al sistema recibe la señal mediante una de tres vías (ver figura 2.21): desde el emisor principal de la célula, si existe visibilidad directa entre éste y el receptor; desde un repetidor, en zonas de sombra; mediante un rayo reflejado en alguna superficie plana (paredes de edificios, reflectores / repetidores pasivos, etc.).

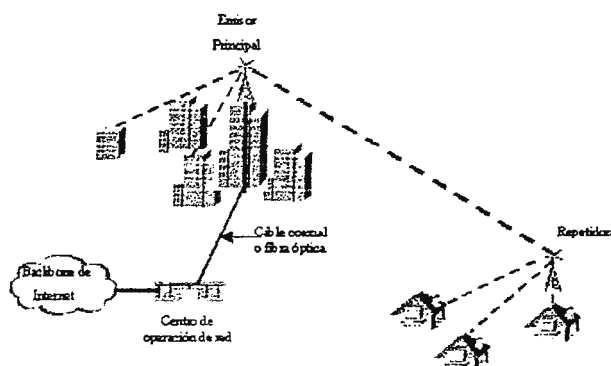


Figura 2.21 Diferentes vías de para el transporte de la señal

El territorio a cubrir se divide en células de varios kilómetros de radio (3-9 Km en la banda de 28 GHz, 1-3 Km en la banda de 40 GHz). Las principales claves técnicas del sistema son tres: el teorema de Shannon de equivalencia entre ancho de banda y potencia, la recepción de rayos muy estrechos y con polarización estable, y la reutilización de frecuencias. Por el teorema de Shannon de equivalencia exponencial entre potencia y ancho de banda, si se duplica el ancho de banda utilizado, sólo es necesario emitir la raíz cuadrada de la potencia para lograr la misma relación señal a ruido en recepción.

En LMDS, como el ancho de banda espectral es un recurso menos escaso (se dispone de 1, 2 o 3 GHz), se utilizan sistemas de modulación en banda ancha para transmitir la señal (por ejemplo, modulación FM). Esto permite utilizar potencias mucho más bajas que en sistemas como la TV hertziana convencional o el MMDS, que dispone de "sólo" 200 MHz de ancho de banda), que emplean modulación AM. En la Tabla 2.8 se resume las principales características de LMDS.

Características	Especificaciones
Red de transporte	Basado en ATM ó IP
Frecuencias	28 - 43 GHz
Tamaño típico de celdas	2-4 Km
Velocidades típicas	downstream: 15-40 Mbps y upstream : 1 - 8 Mbps
Sectorización de celdas	Tipicamente 4 sectores/base, 2 reuso de frecuencia

Tabla 2.8 Características principales del LMDS

2.3.3.4 Modulación y optimización del espectro en LMDS

En bajas frecuencias, el espectro es un recurso particularmente escaso que se ha ido saturando a medida que han surgido nuevos servicios de telecomunicación, por lo que se debía recurrir a emisiones de alta potencia para compensar la limitación de ancho de banda. En LMDS se utiliza la táctica siguiente: como el ancho de banda espectral es un recurso menos escaso (se dispone de 1, 2 o 3 GHz), se utilizan sistemas de modulación en banda ancha para transmitir la señal (por ejemplo, modulación FM). Esto permite utilizar potencias mucho más bajas que en sistemas como la TV herciana convencional o el MMDS, que dispone de "sólo" 200 MHz de ancho de banda) y que emplean modulación AM. Para enlaces FDMA, anchos de bandas son definidos en la instalación del cliente, el cual es constante en el tiempo o varía poco en el tiempo. Los canales en TDMA es del 88% en cambio en FDMA es del 100%.

Los métodos de modulación para enlaces TDMA típicamente no incluyen 64 QAM, métodos para FDMA son listados en la Tabla 2.9, son considerados en una escala para la cantidad de ancho de banda que requiere una conexión de 2Mbps CBR (Velocidad de datos constante).

Modulación	Método de modulación	MHz por conexión a 2 Mbps de CBR
BPSK	Desplazamiento de fase binario	2.8 MHz
DQPSK	QPSK diferencial	1.4 MHz
QPSK	Desplazamiento de fase cuaternario	1.4 MHz
8 PSK	Desplazamiento de fase octal	0.8 MHz
4-QAM	Modulación de amplitud en cuadratura, 4 estados	1.4 MHz
16-QAM	Modulación de amplitud en cuadratura, 16 estados	0.6 MHz
64-QAM	Modulación de amplitud en cuadratura, 64 estados	0.4 MHz

Tabla 2.9 Métodos de modulación de acceso FDMA

2.3.3.5. Diseño de las celdas.

Cuando se hace una planificación de las celdas para redes LMDS, es muy importante tomar en cuenta los siguientes puntos:

- **Penetración de clientes** – El porcentaje de clientes que tienen suficiente nivel de señal para alcanzar excelente calidad de servicio
- **Calidad de Servicio(QoS)** - QoS puede ser afectada por varios factores, incluyendo obstrucciones en los caminos de transmisión, traslape de celdas adyacentes (15% es normal), y sistema de redundancia.

- **Presupuesto de enlace** – Es usado para estimar la máxima distancia a la que el cliente puede estar localizado de la celda mientras aún alcanza un servicio aceptable. El presupuesto de todo el sistema gana y pierde a través de varios tipos de equipos.
- **Selección del tamaño de la celda** – El máximo tamaño de la celda para el área de servicio es relativo al nivel de fiabilidad deseada. El tamaño puede variar en un área de cobertura dado el tipo de antena, su altura y las pérdidas de señal. La selección afecta el costo de inversión total para un área de cobertura requerida
- **Modelo de Costo de Inversión** – El modelo de costo de inversión es usado para estimar los requerimientos de inversión de la red. El modelo requerido abarca consideraciones de diseño como presupuesto del enlace, tamaño de la celda, traslape de celdas, número de celdas, capacidad de tráfico, número de sectores, costo de inversión por celda, y total del costo de inversión.

Las siguientes técnicas son utilizadas para la optimización de la frecuencia de rehuso para redes LMDS:

- **Maximización de la direccionalidad de las antenas** de celdas sectorizando el sistema de distribución; en el lugar de la celda equipos microondas son generalmente configurados con múltiples sectores, antenas, transmisores y receptores. Una configuración típica es una celda con cuatro sectores, usando antenas de 90 grados de ancho de emisión.

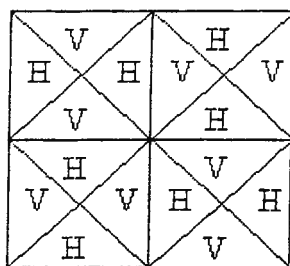


Figura 2.20 Reuso polarización H y V

- **Maximización del aislamiento entre sectores adyacentes** por medio de la polarización; Horizontal (H) y Vertical (V) puede ser desarrollada a través de sistemas en un modelo alternado entre sectores, como se muestra en la figura 2.20.

2.3.4 ARQUITECTURA DE RED LMDS

Varias arquitecturas de red son posibles en diseño de sistemas LMDS. La mayoría de operadores del sistema utilizan diseño de acceso wireless punto- multipunto así como punto a punto, especulando que los servicios de LMDS serán una combinación de voz, datos y video. Por consiguiente, ambos métodos de transporte ATM e IP son prácticos, vistos desde un gran sistema de infraestructura de telecomunicaciones de una nación. La arquitectura de red LMDS está compuesta de cuatro partes principales: Centro Operador de Red (NOC), Infraestructura con fibra de base, Estación base, y Equipo en el local del cliente.

2.3.4.1 Equipo en la Central Telefónica

El NOC, como se puede apreciar en la Figura 2.21, contiene el equipo del sistema administrador de red (NMS), que administra todo el sistema. Es posible interconectar multiples NOCs . La infraestructura basada en fibra consiste en una red óptica síncrona (SONET) de enlaces de transporte óptico (OC)-12, OC-48; equipo de oficina central (CO); sistemas de conmutación ATM e IP; e interconexión con el Internete y la PSTN.

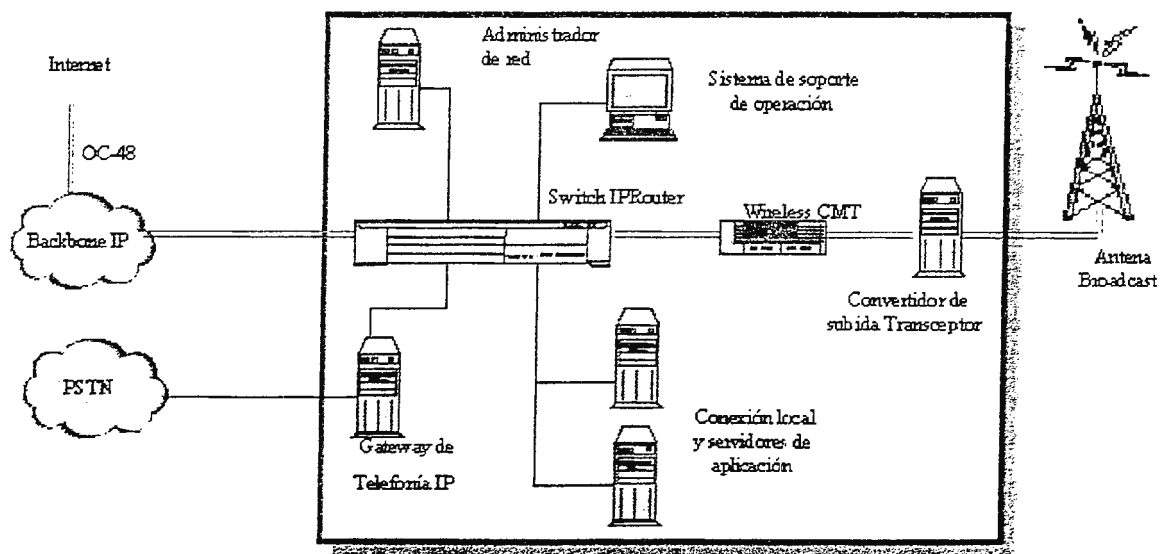


Figura 2.21 Conexiones de equipo en la CO

La estación base es donde ocurre la conversión de infraestructura de fibra hacia infraestructura de wireless. El equipo de la estación base incluye la interfase de red para la terminal de fibra, funciones de modulación y demodulación, y equipo de transmisión y recepción de microondas, típicamente localizado en el techo de un edificio ó en un lugar alto. El Sistema Terminal Cable Modem (CMTS) wireless que convierte los datos de protocolos WAN en una señal digital que es

modulada para una transmisión sobre Wireless. Estas señales son después convertidas en frecuencias de microondas por medio de un transceptor y en broadcast por medio de una antena a la instalación residencial u oficinas de negocios.

Servidores de aplicación son típicamente ubicados en la estación base así como administradores de red y sistemas de soporte de operación. Así para el transporte donde se ofrece telefonía sobre IP, las llamadas de voz serían direccionadas por el router al gateway de telefonía IP, y después en la PSTN.

2.3.4.2 Equipo en el Local del Cliente

Como se puede observar en la Figura 2.22a una antena y un transceptor en casa reciben la señal de datos de entrada y transmiten ésta sobre la línea de cable coaxial al modem de banda ancha. El módem conecta a una tarjeta Ethernet en la PC con un cable de categoría 5 y un conector RJ45 ó una interfase serie universal (USB). **Configuración para empresas :** Como se puede observar en la Figura 2.22b en una configuración de negocio, una antena y el transceptor reciben la señal de datos entrante y transmiten esta sobre líneas de cable coaxial hacia el modem de banda ancha, a través de un Hub Ethernet hace interfase con la LAN, ó por medio de un switch ó router proporcionando acceso a múltiples usuarios.

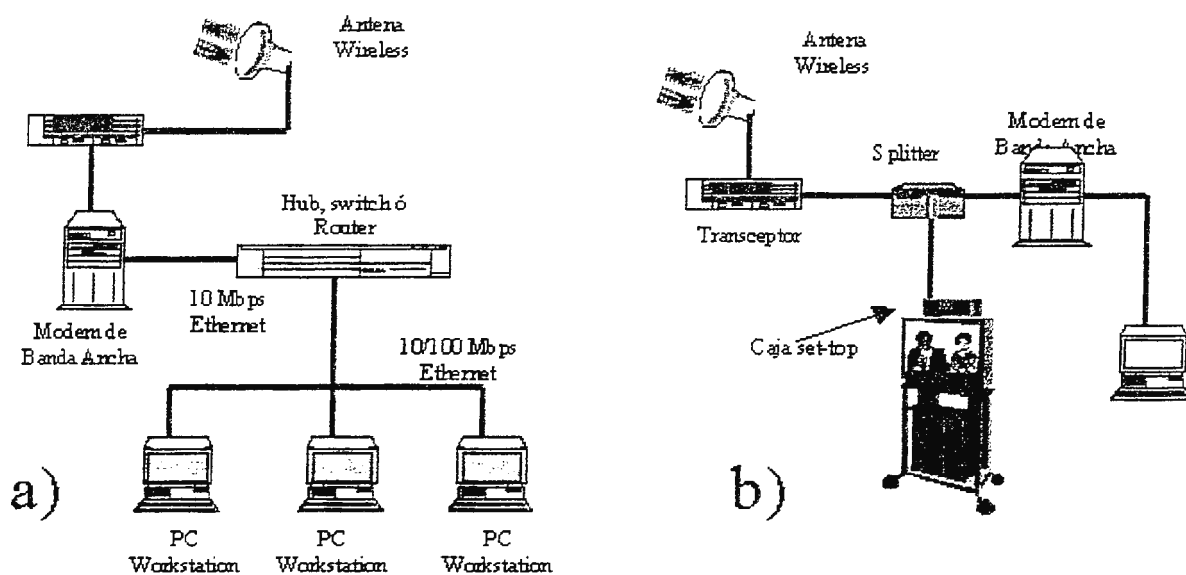


Figura 2.22. Configuraciones Típicas LMDS: a) configuración residencial, b) configuración empresarial

2.3.5 ESTANDARES PARA LMDS

A medida que los sistemas de acceso LMDS evolucionan, aparecerán estándares cada vez más importantes. Actualmente la IEEE 802.16 Working Group se encuentra trabajando en los estándares de acceso para Wireless de Banda Ancha, así como el Instituto de Estándares de Telecomunicaciones Europeas (ETSI) y la Unión de Telecomunicaciones Internacional (ITU). La mayoría de estos métodos usan celdas ATM como mecanismo de transporte primario.

2.3.6 INTERFASES WIRELESS

Debido a que se no se cuenta con interfaces estandarizadas para estas tecnologías, los fabricantes de equipos generalmente utilizan interfaces de las cuales son propietarios. La mayoría de los equipos en la Base central cuentan con una interfase ATM para conectarse al backbone de transporte y poder proveer múltiples servicios. En el sitio del cliente normalmente se utiliza interfaces 10 base-T Ethernet para conectar los equipos terminales.

2.3.7. FABRICANTES WIRELESS

Las compañías vendedoras más importantes, que fabrican y comercializan los equipos para transmisión LMDS, se listan a continuación:

- NEWBRIDGE
- ERICSSON
- NORTEL

2.4 VSAT

2.4.1 INTRODUCCION

Las redes VSAT (Very Small Aperture Terminals), son redes privadas de comunicación de datos vía satélite para intercambio de información punto-punto, punto-multipunto (broadcasting) ó en forma interactiva.

Debido a la gran variedad de configuraciones que puede adoptar una red VSAT, estas se pueden adaptar a las necesidades propias de cada compañía. Los **enlaces asimétricos VSATs** se adaptan muy bien a los requerimientos de transferencia de datos entre una estación central, que transmite mucha información, a estaciones lejanas que responden con poca información (si es que responden).

Las redes VSAT tienen gran facilidad de reconfiguración y de ampliación en la configuración original. El uso de un satélite hace posible que se **pueda establecer contacto con cualquier punto dentro de su área de cobertura**, con lo que los receptores pueden cambiar de ubicación sin más cambio que la reorientación de su antena. Del mismo modo, la introducción de un nuevo terminal no afecta al funcionamiento de los demás.

2.4.2 CONCEPTOS BÁSICOS DE TRANSMISIÓN VSAT

Un satélite de comunicación funciona como una estación de repetidor sin hilos, que proporciona un puente de comunicaciones de microondas entre dos sitios geográficamente alejados. Cada satélite se equipa de varios “transceptores”, que consisten en transmisores /receptores y una antena. Para VSAT se hace referencia al termino Inbound (transferencia de información desde un VSAT al HUB) y Outbound (transferencia de información desde el HUB a un VSAT).

2.4.2.1 Conexiones con Satélites

Las conexiones basadas en satélites pueden funcionar en diversas bandas de frecuencias portadoras separadas para inbound y outbound. La tendencia actual está hacia las frecuencias dentro de la banda Ku (Inbound: 11GHz, outbound: 20GHz) y la banda Ka (inbound: 20GHz, outbound: 30GHz).

Los satélites se pueden colocarse en órbitas con diversas alturas y dimensión de una variable (circular o elíptica). De acuerdo con el radio orbital, todos los satélites caen en una de las tres categorías siguientes: 1. **LEO**: Órbita Baja de la tierra, 2. **MEO**: Órbita Mediana de la Tierra y 3. **GEO**: Órbita Geoestacionaria de la Tierra. Estas componentes se explicarán a detalle mas adelante.

Como se puede apreciar en la figura 2.23, en la red VSAT se distinguen tres componentes principales: **Estación Maestra (HUB)**, **Estación VSAT** y **Un satélite en órbita**.

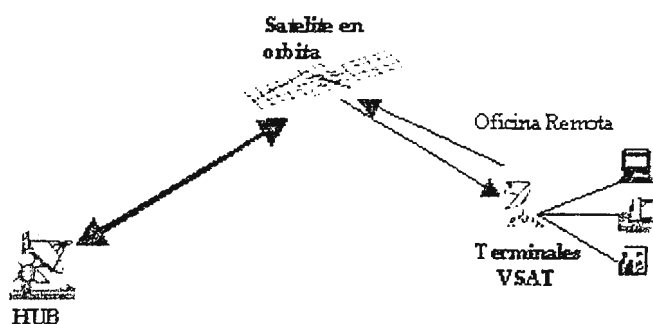


Figura 2.23 Elementos de una red VSAT

En el transporte de las señales, la eliminación de los errores a nivel físico es imposible totalmente, y deberá ser el nivel de enlace de datos el encargado de asegurar una transmisión libre de errores, por medio de los protocolos adecuados. El BER (Bit Error Rate), depende de: Tipo de modulación, Tipo de codificación, Relación portadora a ruido

Los métodos básicos de acceso que actualmente se utiliza VSAT, son los siguientes:

FDMA: Acceso múltiple por división en el frecuencia. Se divide la banda de paso en subbandas o canales que se asignan dinámicamente.

TDMA: Acceso múltiple por división en el tiempo. El tiempo se divide en slots que gastan la totalidad del ancho de banda. Un inconveniente es que requiere sincronismo entre todos los terminales conectados a la red.

CDMA: Acceso múltiple por división de código. Se emplea la técnica del espectro ensanchado mediante la utilización de un código. Uno de los problemas principales de este sistema es el desperdicio de ancho de banda pero a cambio protege contra interferencias.

Una comunicación entre varias VSATs, podría establecerse utilizando N portadoras en el enlace de subida, procedentes cada una de ellas de una estación VSAT, ver figura 2.24. Estas portadoras

son retransmitidas por el satélite hacia la estación HUB, en donde se modula TDM a una única portadora, que se manda de nuevo al satélite, el cual la reemite a los distintos VSAT en recepción.

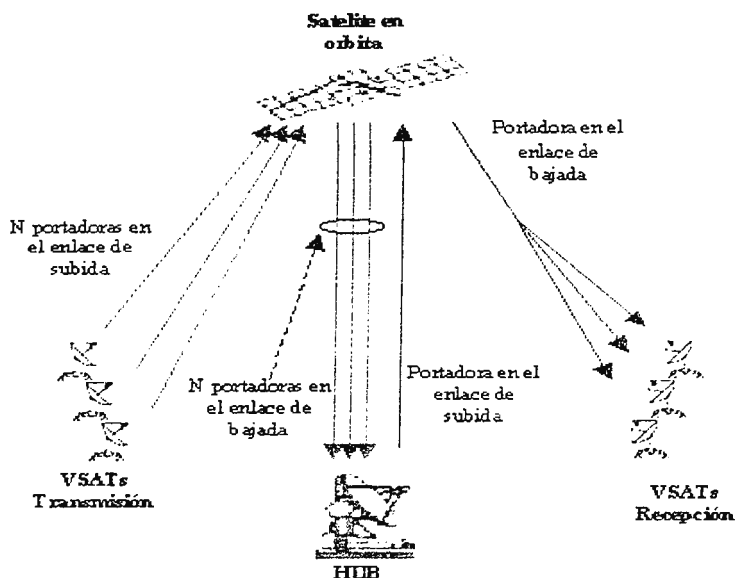


Figura 2.24 Ejemplo de N portadoras en enlaces VSAT

2.4.2.2 Fuentes de Ruido

La portadora se podría ver contaminada por diversas fuentes de ruido: Ruido Térmico, Ruido de Interferencias y Ruido de Intermodulación. El ruido total a tener en cuenta en el enlace será debido a la suma de la contribución de cada una de las fuentes de ruido por separado.

Ruido térmico. Tenemos dentro de este grupo diversas fuentes de ruido de gran importancia: La tierra para las antenas del satélite, el cielo para las antenas de las estaciones terrenas, así como los propios componentes de los receptores. Los dos primeros vienen caracterizados, a la hora de hacer los cálculos por las Temperaturas de Ruido de las antenas.

Ruido de interferencias. El ruido debido a las interferencias tiene su origen en comunicaciones ajenas a las de la red que usan las mismas bandas de frecuencias. En el enlace de subida son fuentes de ruido las estaciones terrenas pertenecientes a otros sistemas geoestacionarios y las transmisiones terrestres por microondas. En el enlace de bajada son fuentes de ruido los satélites adyacentes al propio y también las transmisiones terrestres por microondas.

Ha de destacarse que este tipo de interferencias pueden ser producidas por antenas pertenecientes a redes ajenas a la nuestra, pero también pueden ser debidas a las de nuestro propio sistema (cuando se usa polarización cruzada o la misma banda de frecuencias en distintos haces).

Ruido de intermodulación. Cuando se usa un acceso del tipo TDMA no aparecen problemas de intermodulación, porque en cada intervalo de tiempo se amplifica una portadora. Ahora bien, cuando el acceso es del tipo FDMA, CDMA o un híbrido FDMA/TDMA aparecen los llamados productos de intermodulación, que originan señales a frecuencias iguales a la combinación lineal de las frecuencias usadas en las portadoras iniciales. Fundamentalmente se ha de tener en cuenta sólo los productos de intermodulación de orden 3. Este ruido de intermodulación será caracterizado posteriormente como un ruido blanco a la salida del transponder.

2.4.3 CARACTERÍSTICAS DE VSAT

2.4.3.1 Velocidades Alcanzadas por VSAT

Los equipos en las estaciones remotas generalmente tienen varios puertos de datos para conexión directa a la PC o a la red LAN. El número de puertos es típicamente de 2 a 14. Cada puerto puede ser configurado para trabajar entre 1.2 Kbps y 128 Kbps. También es posible encontrarse con puertos Ethernet.

Las velocidades de inbound, son de 64 Kbps ó 128 Kbps. Estas típicamente se comparten entre los usuarios de VSAT. El número de sitios VSAT comparten este enlace y el número de enlaces es ajustable a un valor de tráfico sin congestión. Por ejemplo una red de 500 sitios VSAT deberá, por lo tanto usar de 5 a 10 enlaces, de acuerdo al tráfico demandado.

En la dirección outbound, son utilizadas continuamente transmisiones de 256 Kbps. Para servicios con demanda de asimetría, como aplicaciones de Internet e Intranet, enlaces de capacidad extra desde 768 Kbps hasta 4Mbps son adicionados.

Cada VSAT es restringida a utilizar solo el ancho de banda que se especifican como capacidad en los puertos. Un enlace download puede ser compartido por 50 y hasta 500 sitios VSATs, dependiendo de el tráfico demandado.

2.4.3.2 Métodos de transporte de datos con VSAT

Para que todos los VSAT puedan establecer una conexión con otro VSAT a través del satélite, partiendo de la suposición que la red está compuesta por N VSATs, existen varias soluciones posibles.

El ancho de banda del transpondedor está dividido en dos, ver figura 2.25. La primera banda está dedicada a los enlaces inbound y la otra banda atiende los enlaces outbound.

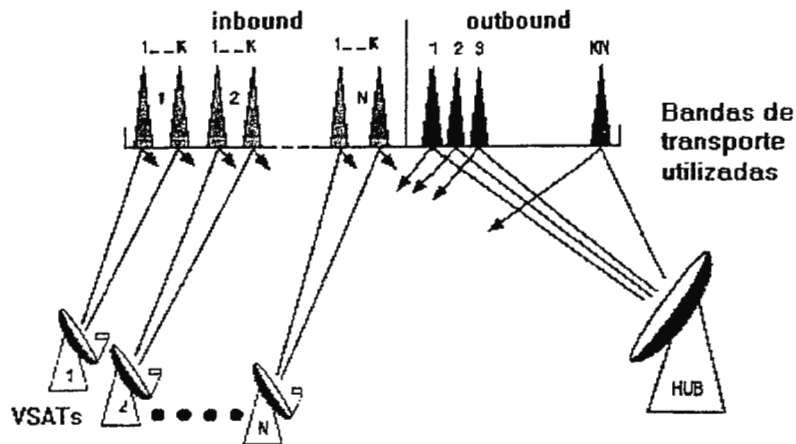


Figura 2.25 Ancho de Banda del Transpondedor

Para los enlaces INBOUND se pueden utilizar los siguientes accesos:

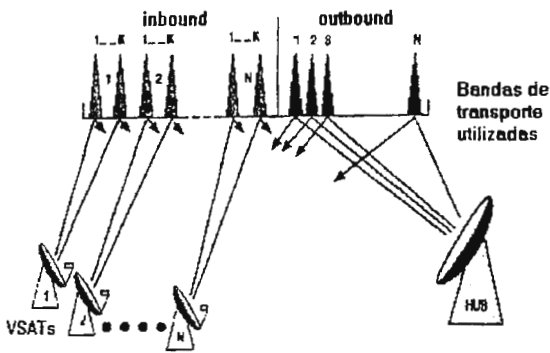
- **FDMA:** cada VSAT dispone de una banda de frecuencia propia.
 - SCPC** (1 canal por portadora): Esto significa que cada VSAT transmitirá N portadoras una para cada canal o, lo que es lo mismo los canales van multiplexados en frecuencia. Por lo tanto el HUB deberá recibir NK portadoras (demasiadas).
 - MCPC** (k canales por portadora): Ahora cada VSAT transmite sólo una portadora multiplexando sus canales en el tiempo. El Hub necesita N receptores, uno por cada VSAT.
- **TDMA:** todos los VSAT comparten la banda inbound.
 - La información de cada VSAT viaja multiplexada en el tiempo con la de los restantes VSATs. El Hub necesitará 1 receptor ya que sólo existe una portadora.

Para los enlaces OUTBOUND se pueden utilizar los siguientes accesos:

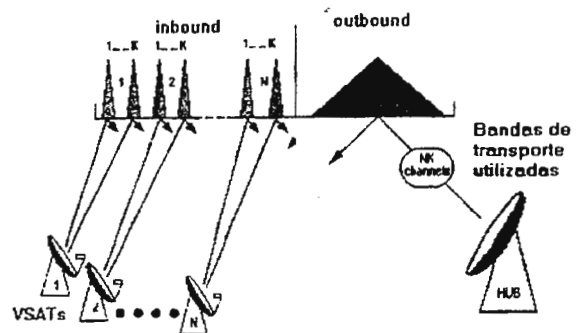
- **FDMA:** el HUB multiplexa en frecuencia la banda.
 - SCPC** (1 canal por portadora): El HUB deberá transmitir NK portadoras (demasiadas). Y VSAT recibirá N portadoras una para cada canal.
 - MCPC** (k canales por portadora): El HUB transmite una portadora por VSAT, un total de N portadoras. Ahora cada VSAT recibe sólo una portadora sus canales llegan multiplexados en el tiempo.
- **TDM:** Toda la información que va del HUB a los VSATs va multiplexada en el tiempo.

En la figura 2.26, que se muestra a continuación, se pueden apreciar las diferentes combinaciones utilizadas en el acceso VSAT, su elección dependerá de las necesidades de los clientes.

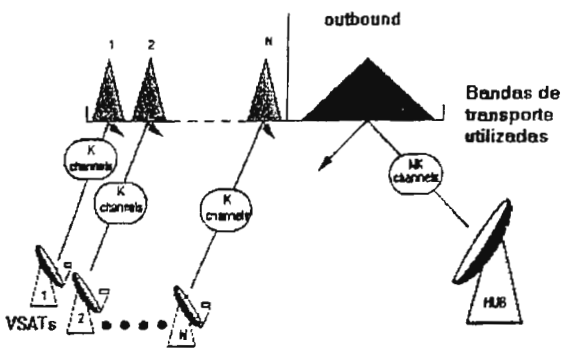
FDMA-SCPC inbound/FDMA-MCPC outbound



FDMA-SCPC inbound/TDM outbound



FDMA-MCPC inbound/TDM outbound



TDMA inbound/TDM outbound

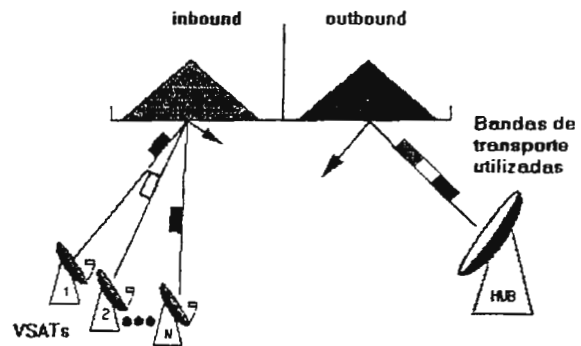


Figura 2.26 Tipos de accesos utilizados en VSAT

A continuación se muestran métodos de acceso por división de tiempo Aleatorios (ALOHA),

- **ALOHA convencional:**

Todos los VSATs tienen libre acceso al canal, sin ningún tipo de sincronización: cada VSAT accede cuando necesita transmitir si el canal está libre. No existe ningún problema hasta que dos terminales intentan acceder al canal simultáneamente al canal lo que produce una colisión. Para resolver estos casos el sistema está provisto de un algoritmo que regula las retransmisiones intentando minimizar la probabilidad de recolisión.

- **ALOHA ranurado (S-ALOHA):**

El principio es el mismo que el anterior con la excepción de que ahora el tiempo está dividido en slot lo que implica un sincronismo entre VSATs. Este protocolo tiene un mejor comportamiento: mayor Throughput.

- **ALOHA con rechazo selectivo:**

Los mensajes son enviados de manera asíncrona como en el ALOHA no ranurado pero están partidos en un cierto número de pequeños paquetes. Los paquetes que lleguen indemnes a destino (no se detecta colisión) no se retransmiten. El inconveniente es que cada paquete necesita cabecera y esto equivale a una pérdida de eficiencia.

- **TDMA con reservación/aleatorio (mixto)**

Inicialmente el VSAT está en modo S-ALOHA. Cuando llega un mensaje al buffer, el terminal evalúa su longitud. Si el mensaje puede transmitirse en un sólo slot, lo enviamos controlando la colisión. Si no, enviamos un paquete de control para reservar un canal libre de colisiones durante un número determinado de slots (igual a la longitud del mensaje).. En este caso también hay que controlar las posibles colisiones. Una vez nos han asignado un canal el protocolo se comporta como un TDMA tradicional.

- **Acceso Múltiple de Paquetes Reservado**

El método conocido como **PRMA** (Acceso Múltiple de Paquete Reservado) es una mejora de el TDMA que combina TDMA con la técnica de S-ALOHA. Un canal de satélite TDMA consiste en múltiples ranuras de tiempo en una estructura encapsulada. La asignación de una ranura de tiempo para un canal no es fija, y es manejada en tiempo real dinámicamente. Cada paquete de dato transporta un campo VCI (Identificador de Circuito Virtual) que indica la estación terrena que está haciendo uso de él. Diferentes estaciones terrenas pueden reconocer sus paquetes en un downstream por medio del chequeo de el campo VCI en el paquete. Este proceso se visualiza en la figura 2.27.

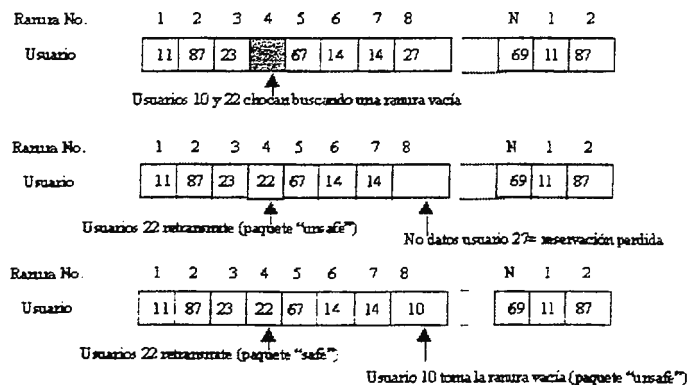


Figura 2.27 Secuencia de pasos en un acceso PRMA

Cuando una ES ha reservado una ranura, los paquetes son marcados como paquetes “safe”. Si otra ES tratara de tomar esta misma ranura, se le manda un paquete de datos “unsafe”, en una ranura disponible, y si llega a su destino sin colisión, el paquete es reservado y el ES puede transmitir paquetes “safe”. Si una ES deja de transmitir datos por un período de tiempo, pierde la reservación de la ranura, la cual puede ser tomada por otra estación remota.

2.4.4 ARQUITECTURA DE VSAT

2.4.4.1 La Estación Maestra HUB

Es una estación más dentro de la red, pero con la particularidad de que es más grande (la antena típicamente es 4 a 10 metros y maneja más potencia de emisión -PIRE-). Habitualmente el HUB esta situado en la sede central de la empresa que usa la red o en su centro de cálculo. Este punto es el que supone un mayor desembolso para una empresa por lo que se tiene la posibilidad de tener el HUB en propiedad o alquilado.

Como se puede apreciar en la figura 2.28, el HUB esta compuesto por : Unidad de RF y Unidad interna (indoor unit IDU). La **Unidad de RF** es la que se encarga de transmitir y recibir las señales. En la **Unidad interna**, a diferencia de la IDU del VSAT, aquí esta unidad puede estar conectada a la computadora que se encarga de administrar la red corporativa. Esta conexión puede ser directa o bien a través de una red pública conmutada o una línea privada dependiendo de si el HUB es propio o compartido. **Network Management System**. Desde el HUB se monitoriza toda la red de VSAT's. De ello se ocupa el Network Management System (NMS).

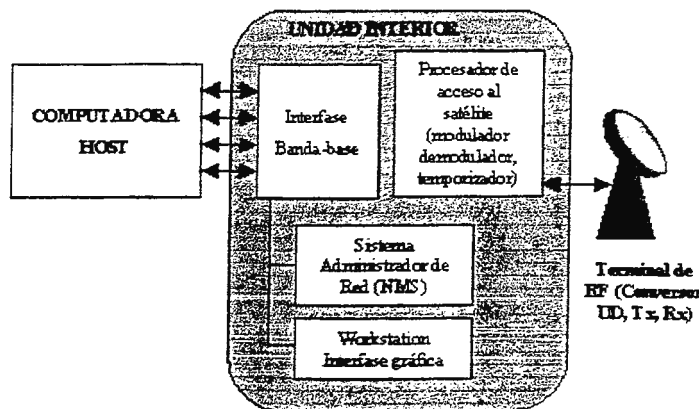


Figura 2.28 Diagrama de bloques de una estación HUB

El NMS es un computador o estación de trabajo que realiza diversas tareas como: Configurar la red (puede desearse funcionar como una red de broadcast, estrelle o malla), Control y alarma, Monitorización del tráfico, Control de los terminales, Tareas administrativas. La gran parte del éxito de una red VSAT radica en la calidad del NMS y en su respuesta a las necesidades de los usuarios.

2.4.4.2 La estación VSAT

Está compuesta por dos elementos, ver figura 2.26: Unidad Exterior y la Unidad Interior. La **Unidad Exterior**, que es el interfaz entre satélite y VSAT, básicamente la Unidad Exterior se compone de los siguientes elementos: Antena, sistemas electrónicos, amplificador de transmisión, receptor de bajo ruido, sintetizador de frecuencia, osciladores para variar la frecuencia, duplexor, amplificador de potencia.

El sistema de antena, ver Figura 2.29 , está compuesto de un reflector, un “feed horn” y un montaje. El tamaño de la antena VSAT varía de 1.8 a 3.8 metros. El “feed horn” es montado en la antena en un punto focal con brazos de soporte, direcciona la potencia transmitida hacia el plato de la antena ó recoge la potencia recibida de este. El tamaño de la antena es usado para describir la habilidad de una antena para amplificar la energía de la señal.. El RTF es montado en el plato de la antena , interconectado al Feed Horn, está compuesto por un subsistema diferente, este incluye amplificadores de bajo ruido (LNA), y un convertidor de bajada, los LNA´s son diseñados para minimizar el ruido agregado a la señal durante la primera etapa.

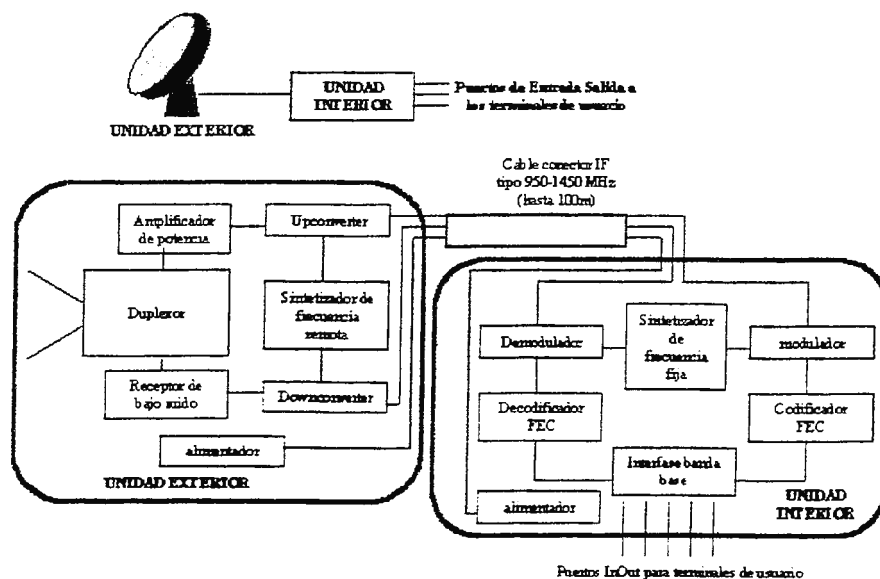


Figura 2.29 Diagrama de bloques de unidad VSAT

Un convertidor de subida y un Amplificador de Potencia Alta (HPA) forman también parte de el RTF, y son usados para convertir y amplificar la señal antes de la transmisión al Feed Horn.

Los convertidores de subida/bajada convierten a frecuencias usualmente de 70 MHz y radio frecuencias. Para bandas extendidas, el convertidor de bajada recibe la señal de 4.500 a 4.800 GHz y las convierte a 6.725 a 7.025 GHz. La unidad al aire libre es conectada a través de un cable coaxial llamado IFL (Inter. Facility Link) a la unidad en el interior. La limitación típica de un IFL es alrededor de 300 pies.

La **Unidad Interior**, es el interfaz entre el VSAT y el terminal de usuario o LAN. Está compuesto de moduladores, los cuales modulan la señal en una señal de transporte, también está compuesto de demoduladores los cuales reciben la señal del RTF y demodulan la señal. El IDU también determina el esquema de acceso sobre el cual el VSAT podría operar. El IDU también es interfase para varios equipos de usuario final, una computadora, LAN's, routers, multiplexores, telefonos, EPABX.

2.4.5 INTERFASES VSAT

Los equipos VSATs, en configuraciones de hasta 2 Mbps, son conectados a través de interfases V.35 (especificaciones en figura 2.30) , RS-449 (especificaciones en figura 2.31) o en algunos casos G.703/704. Pero mas allá de los 2 Mbps, especialmente a los 6 Mbps, los routers utilizan interfases de alta velocidad (HSSI), estándar EIA/TIA-612/613.

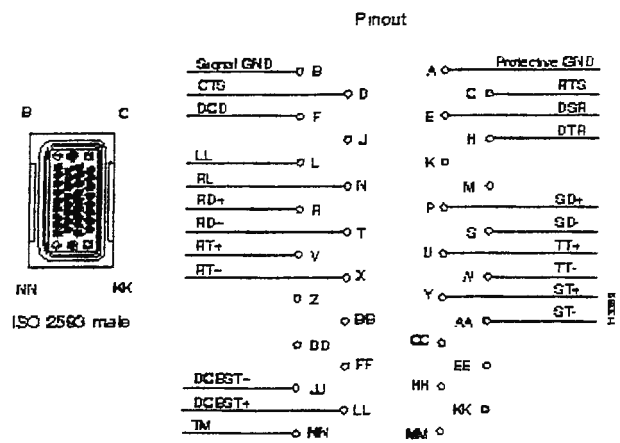


Figura 2.30 Conector y configuración de pines para interfase V.35.

La interfase HSSI utiliza conectores de 50 pines de tipo SCII-II (especificaciones en figura 2.32). Algunos módems ofrecen interfase ECL que es eléctricamente compatible con HSSI, sin embargo posee diferentes conector y configuración de pines.

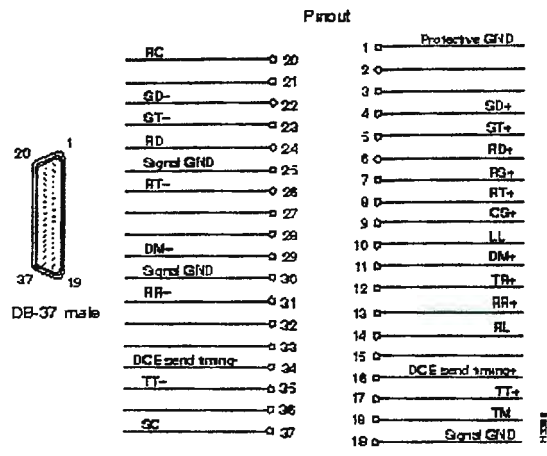


Figura 2.31 Conector y configuración de pines para interfase RS-449

Algunos equipos VSATs para aplicaciones específicas traen incorporados puertos para datos, faxes, voz y videoconferencia.

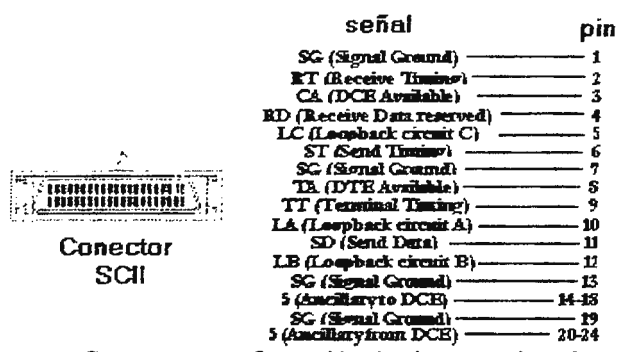


Figura 2.32 Conector y configuración de pines para interfase HSSI

Los puertos de voz EIA-232 (especificaciones en figura 2.33) soportan hasta 57.6 Kbps asíncrona y 64 Kbps síncrona. Para videoconferencia EIA-449, V.35, o fracción de E1/T1 (G.703).

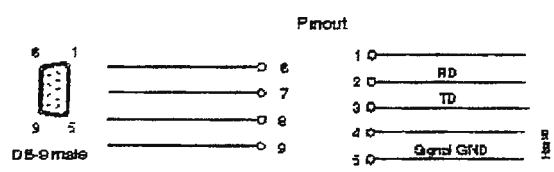


Figura 2.33 Conector y configuración de pines para interfase RS-232

2.4.6. FABRICANTES VSAT

Algunas de las compañías que ofrecen productos para la tecnología VSAT se listan a continuación:

- INTELSAT
- HUGHES NETWORK SYSTEMS'
- NSI COMMUNICATIONS
-

Capítulo III

APLICACIONES

3.1 VIDEO CONFERENCIA

ADSL ofrece soluciones de video conferencia a los negocios, proporcionando el suficiente ancho de banda sobre la existente infraestructura de red telefónica disponible, como la que se muestra en la Figura 3.1.

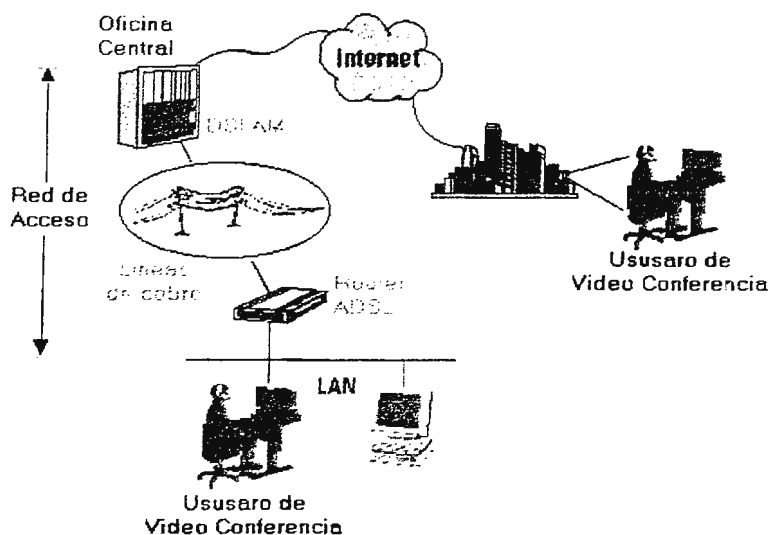


Figura 3.1 Red de Acceso para Video Conferencia por ADSL

ADSL es una herramienta muy efectiva para mejorar la comunicación entre múltiples sitios, por medio de una red LAN y conectando un Router ADSL a la oficina central, a través de las líneas de cobre existentes. Este Router, permite a múltiples usuarios conectarse al Internet a velocidades de 6.1 Mbps, sin requerir de una línea dedicada. La red de acceso está compuesta por el equipo DSLAM en la oficina central, las líneas de cobre y en el local del cliente un Router. Debido a la utilización de las líneas telefónicas existentes, se establece una única conexión punto a punto entre el usuario y la red. ADSL tiene la habilidad de adaptar la calidad de conexión y ofrecer entre 1.5 y 6.1 Mbps downstream de la red, y entre 176 y 640 Kbps upstream. Esto provee el ancho de banda requerido para transferir, video y audio data por una llamada de Video conferencia. Dos usuarios conectados a Internet con ADSL puede perfectamente entablar una videoconferencia con una muy buena calidad de imagen y sobre todo a un costo muy bajo, comparado con el que se obtendría con líneas ISDN o líneas dedicadas.

3.2 TELE EDUCACIÓN

En las escuelas, el acceso a los conocimientos a distancia, está hoy en día al alcance de los niños, por medio del acceso a través de tecnología ADSL, con un costo bajo, ver figura 3.2. Por medio de las líneas de cobre existentes, se pueden ofrecer enlaces digitales de alta velocidad, típicamente de 2.560 Mbps para downstream y 1.088 Mbps para upstream para la interconexión de redes ubicada en diferentes sitios.

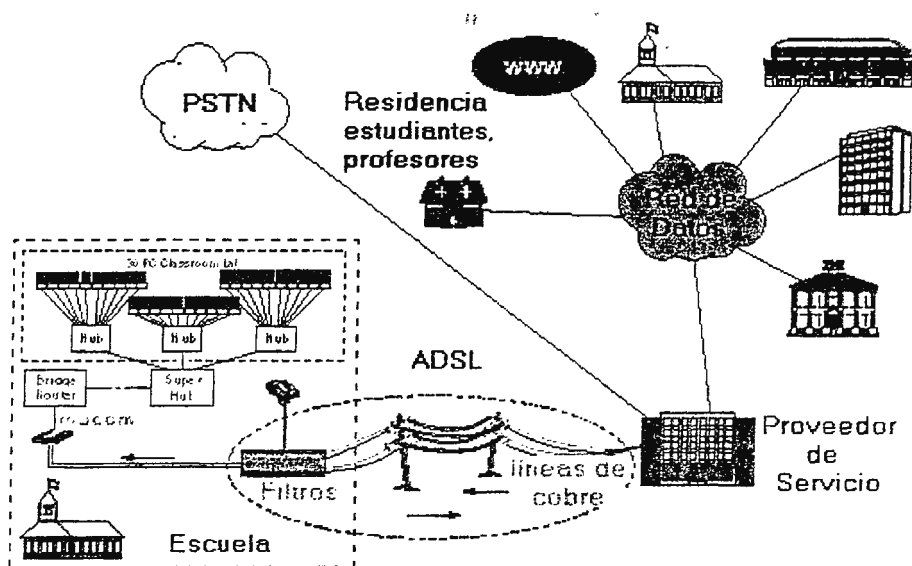


Figura 3.2 Red de Acceso para Tele Educación

En este tipo de aplicación la red de acceso está compuesta por el equipo DSLAM, en el local del proveedor de servicio, las líneas telefónicas, y en el local del cliente los filtros para separar voz y datos, y el módem ADSL. Con éste tipo de red las escuelas pueden transmitir voz, datos y tener acceso al Internet sin incurrir en elevados costos ni de instalación, ni de servicio.

ADSL ofrece a la educación un eficiente acceso a la supercarretera de la información. Una vez se tenga acceso a ésta, las posibilidades de aprendizaje para los alumnos son ilimitadas. Utilizando esta tecnología, se puede tener acceso al Internet, comunicación hacia otras escuelas ó colegios, comunidades estudiantiles, universidades y bibliotecas, con el objetivo de compartir conocimientos y experiencias sobre un acceso dedicado a altas velocidades.

3.3 INTERNET

El acceso al Internet a altas velocidades está siendo popularmente distribuido por las compañías proveedoras de cable a través de tecnologías Cable Módem, ver figura 3.3. Por un precio bajo los clientes pueden tener acceso al Internet con velocidades de 128Kbps ó 256Kbps y adicionalmente poder recibir en el mismo cable la señal de muchos canales de TV y algunas líneas telefónicas. El ancho de banda es compartido por todos los usuarios conectados a la rama específica. Dentro de la red de acceso están contenidos los equipos CMTS en la central ubicada en un punto centralizado, de la cual parte una red con fibra óptica que trata de abarcar un area geográfica específica, penetrando a cada una de las residencias y pequeños negocios. De uno de los nodos del anillo de fibra, son conectados varios usuarios cercanos, cada uno conectado a un Cable Módem para el transporte de datos.

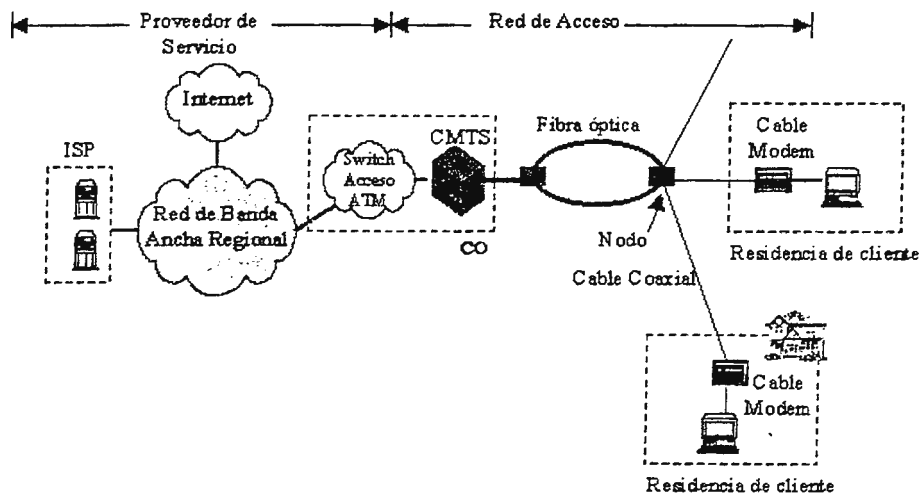


Figura 3.3 Diagram de Red Cable Modem con servicios de Internet

Si el cliente desea los servicios de TV y telefonía al mismo tiempo, es necesario conectar un splitter en la entrada de la línea, con el objetivo de separar las señales de voz, datos y TV. Este tipo de redes ha tenido una gran aceptación en muchos países debido a su grado de penetración y la buena calidad de servicio ofrecida por los proveedores existentes. Con una facilidad de instalación y configuración son cada vez mas los usuarios que se unen a esta red de acceso y obtener los beneficios asociados a esta. Dentro de la red de fibra, es necesario instalar algunos amplificadores en el camino, dependiendo de la distancia recorrida.

3.4 RED PRIVADA VIRTUAL

La mayoría de empresas multinacionales tienen la necesidad de llevar a cabo una Red Privada Virtual (VPN), entre la oficina matriz y sus sucursales en diferentes países o regiones geográficas. Para esta realidad VSAT representa hoy en día una de las mejores opciones para esta aplicación debido a que su cobertura no está limitada a una zona geográfica específica y que además ofrese transporte de datos de altas velocidades, ver Figura 3.4. Para agregar una ubicación dentro de la red es necesario solo adquirir el equipo VSAT y ubicarlo en el local del cliente, por una cuota mensual el proveedor de servicio se encarga de realizar la configuración inicial y verificar que el sistema esté trabajando bien

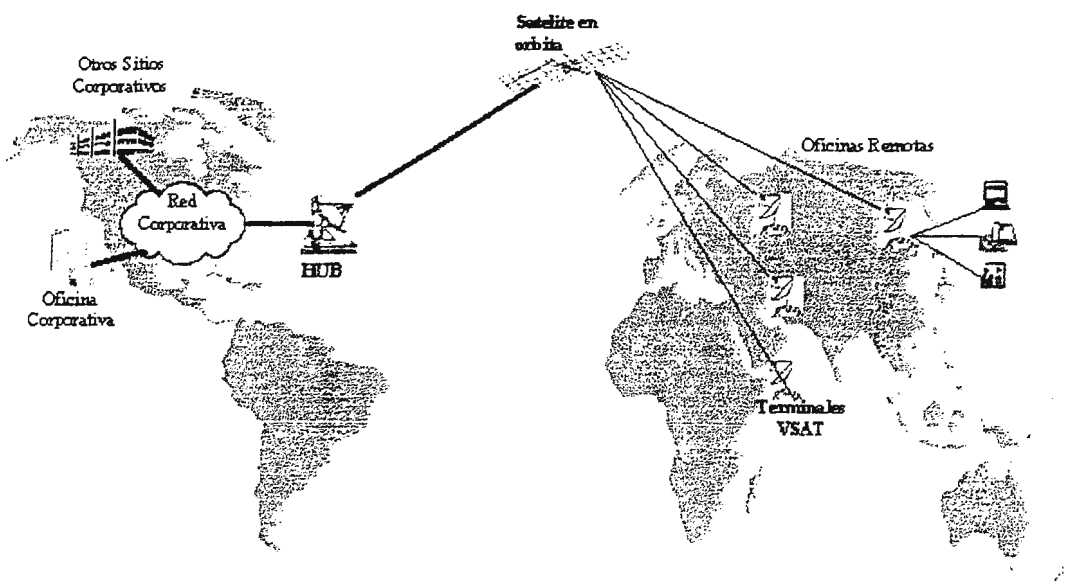


Figura 3.4 Rede de Acceso VSAT

Por medio de VSAT las empresas pueden realizar videoconferencias con la matriz o con otras terminal VSAT, debido al ancho de banda ofrecido por esta tecnología. La estación Hub es conectada a las oficinas corporativas, pudiendo también conectarse al Internet y poder distribuirlo a las sucursales remotas. El satélite es utilizado como puente en el camino que siguen las señales de un lado hacia el otro. La administración del enlace, es llevada a cabo en el Hub, y por medio de esta es posible detectar problemas, optimizar los canales de transporte, y organizar el funcionamiento total de la red. Es importante notar que la mas importante característica de VSAT es la asimetría en el transporte de datos, lo cual la hace muy eficiente para el acceso al Internet y aplicaciones cliente servidor.

Capítulo IV **ADMINISTRACIÓN DE RED**

4.1.1 INTRODUCCION

La Administración de Red de Telecomunicaciones (TMN), provee una estructura para obtener interconectividad y comunicación a través de sistemas heterogéneos de operación y redes de telecomunicación. TMN fue desarrollado por ITU como una estructura para soportar administración y desarrollo de servicios dinámicos de telecomunicación.

4.1.2 ESTRUCTURA DE TMN

TMN proporciona una estructura para redes flexible, escalable, confiable y económica de poner en práctica, además muy fácil de mejorar. Una red de telecomunicaciones está compuesta por sistemas de conmutadores, circuitos, terminales, concentradores, etc., y en la terminología TMN estos recursos son referidos a elementos de red (NEs). TMN habilita comunicación entre los sistemas de soporte de operación (OS) y los NEs. La red que conecta los NEs con los sistemas de operación OS es llamada Red de Comunicación de Datos (DCN), la cual es construida con interfases estándares, ver figura 4.1.

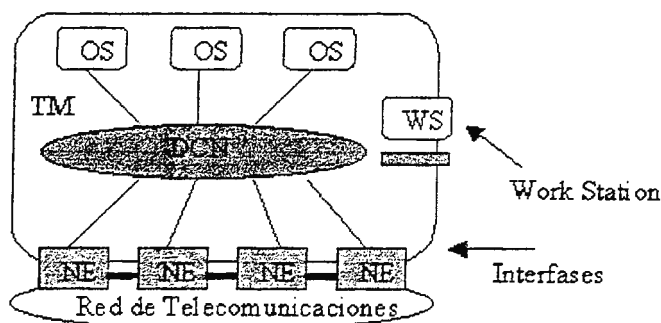


Figura 4.1 Estructura de TMN

La arquitectura e interfases de TMN son definidas en ITU M.3000, serie de recomendación, construida sobre los estándares del existente modelo OSI. Estos estándares incluyen:

Protocolo de Información de administración Común (CMIP), el cual define intercambios de servicios de administración entre entidades. **Guía para Definición de Objetivos de Administración (GDMO)**, el cual provee plantillas para clasificación y descripción de

recursos de administración. Una notación de Sintaxis Abstractas (ASN.1), la cual provee reglas de sintaxis para tipos de datos.

4.1.3 LA INTERFASE ESTÁNDAR

Existen estándares acerca de interfases entre las diferentes funciones en la estructura de TMN. Cinco interfases o puntos de referencias son descritos en CCITT M.30. Ellos son Q1, Q2, Q3, F, X.

Como se puede apreciar en la figura 4.2, los NEs pueden ser conectados al TMN por medio de tres diferentes interfases: Q1, Q2 y Q3. Q1 es la interfase para elementos de red de generación vieja, los cuales tienen que ser conectados a Dispositivos de Mediación (MD), que proporcionan funciones de mediación, que incluyen control de comunicación, protocolo de conversión y manipulación de datos, comunicación para funciones primitivas, procesos que incluyen la toma de decisiones y almacenamiento de datos.

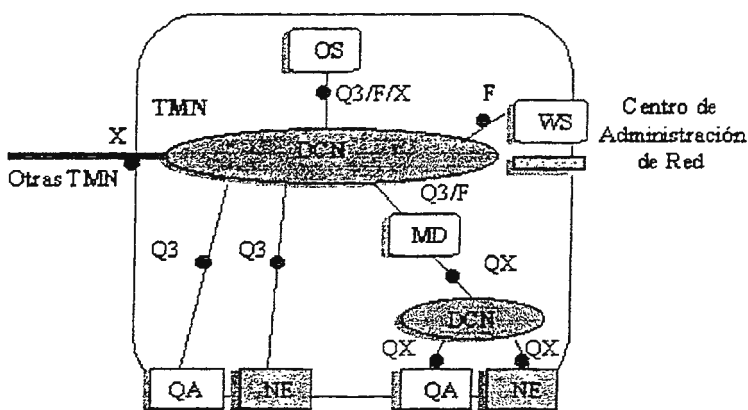


Figura 4.2 Interfases de TMN

La interfase Q2 conecta NEs con funciones de mediación para una Red de Comunicación Local (LCN). Ambas, Q1 y Q2, vienen juntas como QX. La interfase Q3 es necesaria para tener acceso a la DCN la cual es la red principal TMN. Q3 es encontrada después de NEs, MDs y OSs.

La WS (work station) u otros terminales de usuario son conectados a TMN o NEs por interfase F.

La interfase X se utiliza entre diferentes TMNs (ej. Otros operadores de red). Los adaptadores Q (QA) se utilizan para que TMN pueda administrar terminales sin interfases TMN.

4.1.4 MODELO LÓGICO DE TMN

TMN provee un modelo de leyes lógicas que definen o sugieren el nivel de administración para una específica funcionabilidad. El mismo tipo de funciones pueden ser implementadas en muchos niveles, desde el mas alto, el cual administra redes corporativas o empresas enormes, hasta el mas bajo nivel, el cual es definido por una red o recurso de red, ver figura 4.3. Empezando con el nivel del fondo, este nivel de jerarquía incluye NEs, nivel de administración de elementos (EML), nivel de administración de red (NML), nivel de servicio de administración (SML), y nivel de administración de negocios (BML). Una vez que la administración es definida para un nivel bajo, aplicaciones adicionales de administración pueden ser construidas después sobre esta base.

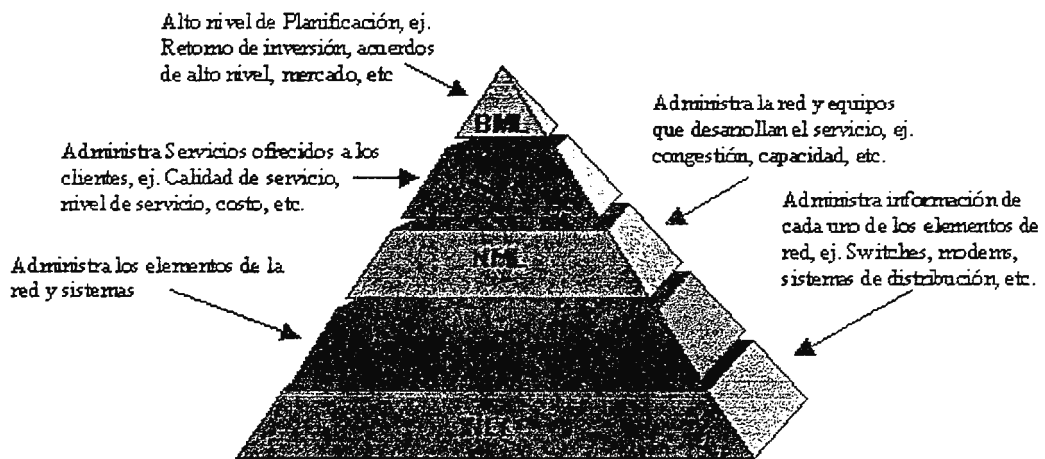


Figura 4.3 Arquitectura de TMN

4.1.5 ADMINISTRACIÓN DE RED CON TMN

Por medio de TMN es posible manejar la red total con muchas funciones soportando diferentes actividades de administración. TMN nos da, en base a tiempo real, la posibilidad de conocer la configuración el desarrollo y si hay una situación de fallo en la red. También soporta la posibilidad de poder tomar acción sobre el mejoramiento del trafico en la red.

Las funciones de TMN pueden ser descritas en dos bloques: Funciones Generales TMN y Funciones de Aplicación TMN. Las funciones generales tratan con la comunicación de datos soportando las funciones de aplicación. Las funciones de aplicación son las siguientes:

- Administración de configuración: registro de equipos por tipo, capacidad, versión, posición; registro de que capacidad de la red se está usando y la configuración de los elementos de red.

- Administración de fallos: alarmas de supervisión, funciones de prueba, análisis de fallos.
- Administración de funcionamiento: consigue la información acerca de la calidad y eficiencia de la red.
- Administración de seguridad: autorización para diferentes usuarios, dependiendo de la categoría de cada uno.
- Administración de cuentas: proporciona la información de cuantos servicios y que capacidad es usada por el cliente.

4.1.4 ADMINISTRACION DE RED DE ACCESO

La administración de los enlaces locales es muy necesaria de llevar a la práctica, sobre todo cuando se trata de proveer servicios de banda ancha a través de una red de acceso asimétrica. Un equipo llamado Administrador de Línea Local, es instalado en la oficina central, y en conjunto con un software instalado en una WS es capaz de monitorear el enlace y realizar algunas mediciones y configuraciones en los equipos conectados. Un ejemplo, es el sistema de administración de red de acceso que se muestra en la figura 4.4, en la cual se muestra una red para el acceso a varios servicios a través de un medio de acceso, el cual puede ser cable de cobre para ADSL, HFC para Cable Módem y el aire libre para Wireless ó VSAT .

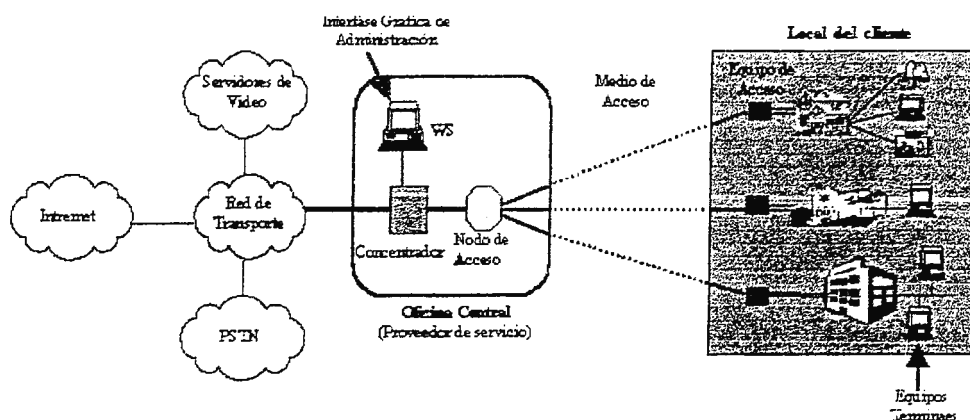


Figura 4.4 Ejemplo de Administración de líneas ADSL

Con esta nueva red de acceso digital, la característica del tráfico que viaja entre el cliente y la oficina central, es diferente a la de las redes de banda angosta. Debido a que el tráfico es enviado a altas frecuencias, la información de múltiples servicios viaja a través de un solo medio, y la necesidad de un canal digital libre de inconvenientes, hacen necesaria la implementación de sistemas de administración en las redes de acceso que permitirán a los proveedores de servicios tener mas control de la calidad de servicio y de las disponibilidad de este para sus clientes.

Capítulo V **DISEÑO**

5.1 DISEÑO DE SOFTWARE

5.1.1 INTRODUCCION

El ambiente bajo el cual se desarrolla un programa de aplicación es muy importante al momento de evaluar su funcionamiento y que tan cómodo y seguro se siente el usuario al utilizarlo. Tomando en cuenta este aspecto, el software para el diseño de redes de acceso, ha sido desarrollado en un ambiente WINDOWS, el cual es el utilizado por la mayoría de personas alrededor del mundo. El lenguaje de programación en el cual se basa el programa llevado a cabo en este proyecto, es MICROSOFT VISUAL C++ (Versión 6.0), ofreciendo al usuario un ambiente de ventanas y con la misma forma de navegación que se utiliza en todos los programas que desarrolla Microsoft.

5.1.2 COMPONENTES DEL PROGRAMA

El programa obtenido esta compuesto por una serie comandos y rutinas que realizan diferentes tareas, una de las cuales es la construcción de una interfase de usuario amigable, con la cual se puedan realizar todas las tareas que están destinadas. Otra de las funciones es el desarrollo de una interfase lógica, la cual esta diseñada para lograr una interacción con archivos que contienen los datos de entrada y de funcionamiento. Estos archivos, antes mencionados, deberán estar bajo un formato Microsoft Excel para que puedan ser reconocidos y procesada la información que contienen. Los módulos de calculo contienen formulas matemáticas y tablas que se utilizan en cada tecnología y este también deberá estar en formato Excel para su reconocimiento. La figura 5.1 muestra un diagrama a bloques de los módulos que forman parte del programa. Los datos de entrada son introducidos al sistema por medio de campos en pantalla de presentación que el programa muestra al usuario cuando este lo solicita. La base de datos la componen un conjunto de archivos en formato Excel que contienen la información técnica y de costos que necesita el programa para realizar los calculo que se le solicitan.

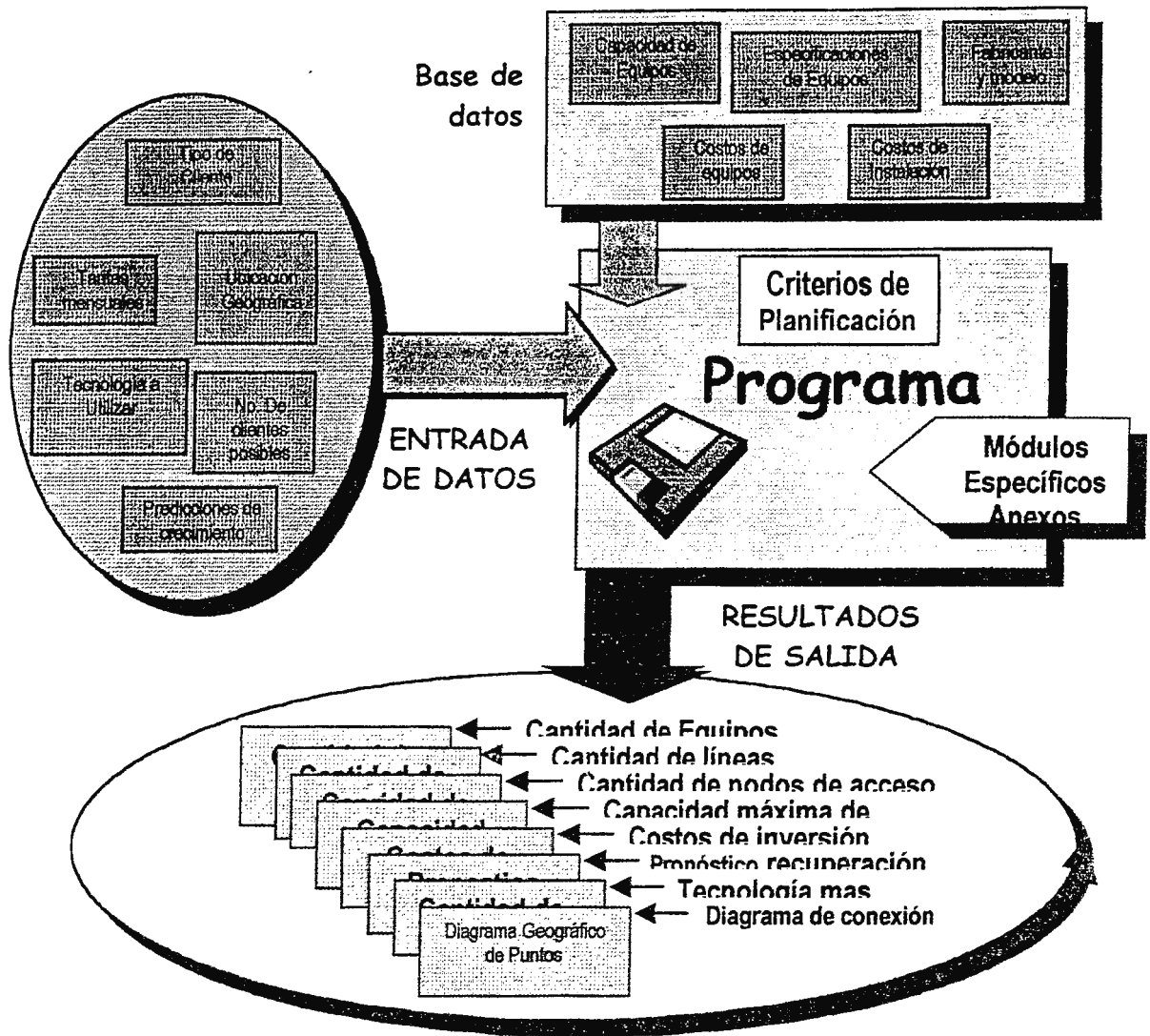


Figura 5.1. Diagrama a bloques de partes que componen el programa

Los resultados obtenidos de los cálculos son presentados al usuario por medio de una ventana en la que se detallan los valores con su correspondiente descripción. Cada una de estas parte juega un papel muy importante para el buen funcionamiento del programa y unos dependen de otros, de manera que si unos de estos contiene datos incorrectos reflejará un resultado erróneo, es labor del administrador del programa el asegurarse que todos los componentes se encuentren bien enlazados el uno con el otro.

Desde su inicio, el programa sigue una secuencia de procedimientos que se van desarrollando a medida el usuario selecciona las opciones, esta secuencia se verá en el flujograma a continuación.

5.1.3 FLUJOGRAMA DE SECUENCIAS DEL PROGRAMA

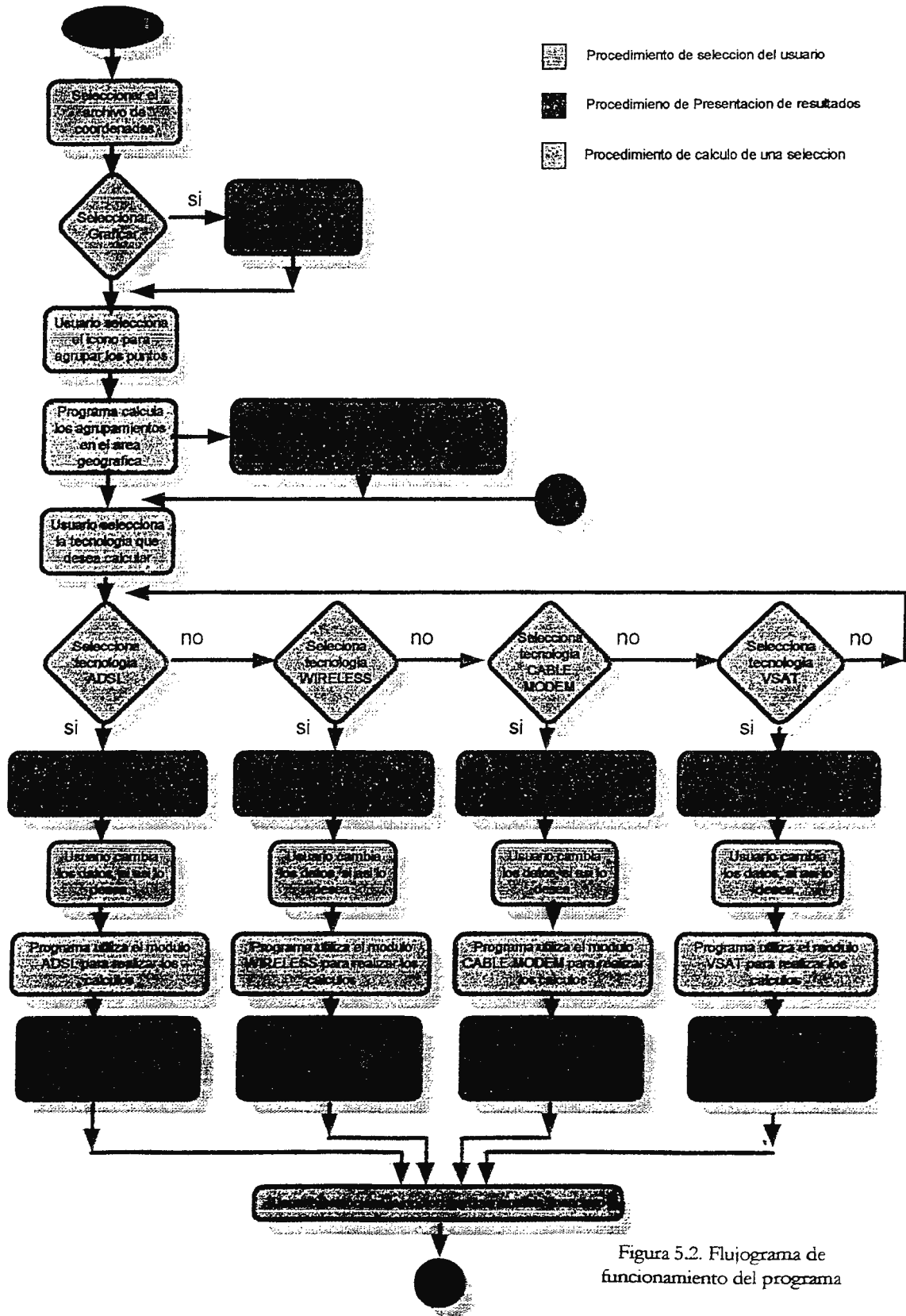


Figura 5.2. Flujoograma de funcionamiento del programa

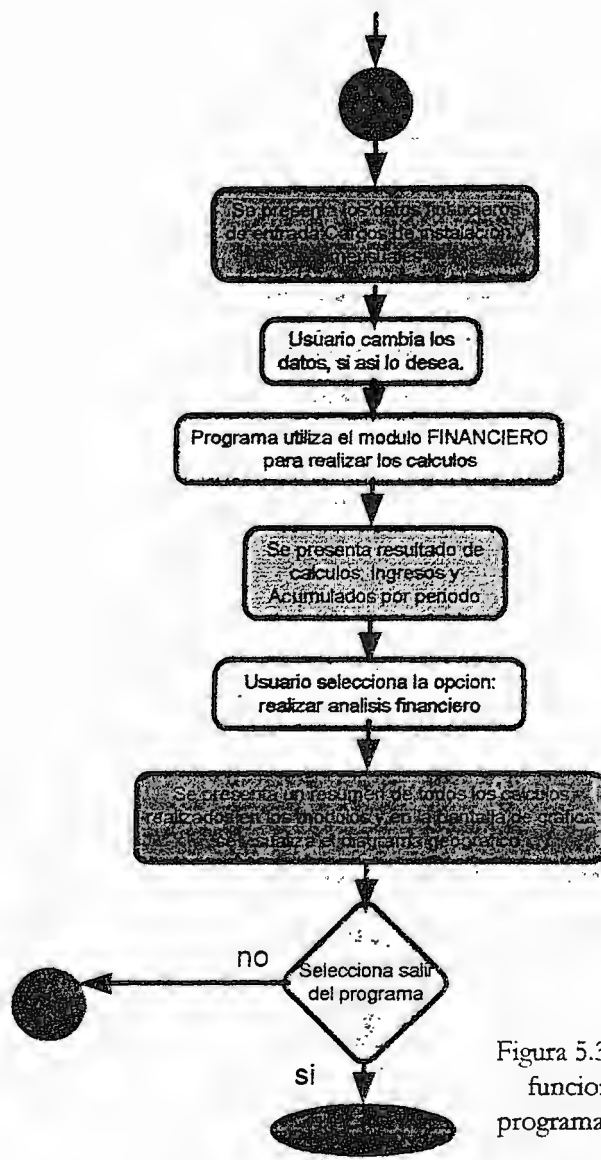


Figura 5.3 Flujograma de funcionamiento del programa (continuación)

Como se puede ver en las figuras 5.2 y 5.3 la selección del archivo que contiene las coordenadas de los puntos es el primer paso a seguir por el usuario, debido a que estos datos servirán ser la base de los procesos que continúan. Después de seleccionado este archivo, el programa carga los datos en variables, las cuales se utilizarán a lo largo del programa. El usuario tiene la opción de ver un **GRAFICO** de la distribución de puntos en un plano “XY”, el cual toma como punto central (origen) el nodo central de la red, sin embargo si no lo desea puede seleccionar el procedimiento de **AGRUPAR** los puntos y realizar los calculos respectivos. El algoritmo que el programa utiliza para realizar esta acción se explica a continuación.

5.1.3.1 SUBROUTINA DE AGRUPAMIENTO

Esta subrutina básicamente realiza un barrido en todo el eje "x" y luego avanza en el eje "y" y realiza un barrido en toda esa fila, así sucesivamente hasta llegar al final de la zona de trabajo. Esto demora varios minutos por la precisión que se logra con este barrido.

Primeramente se inicializan los contadores que se utilizarán para el desplazamiento a través de toda la zona, ver figura 5.4, luego se selecciona un área de 200mts cuadrados. Se revisa si esta área traslapa con otro grupo ya seleccionado. Si no fuera el caso, se busca puntos dentro del área y si la cantidad de estos es igual o mayor que 5, esta área se selecciona como otro grupo adicional a los que ya se tenía, sin embargo, si la cantidad es menor que 5 se incrementará el contador de "x" para buscar en la siguiente área.

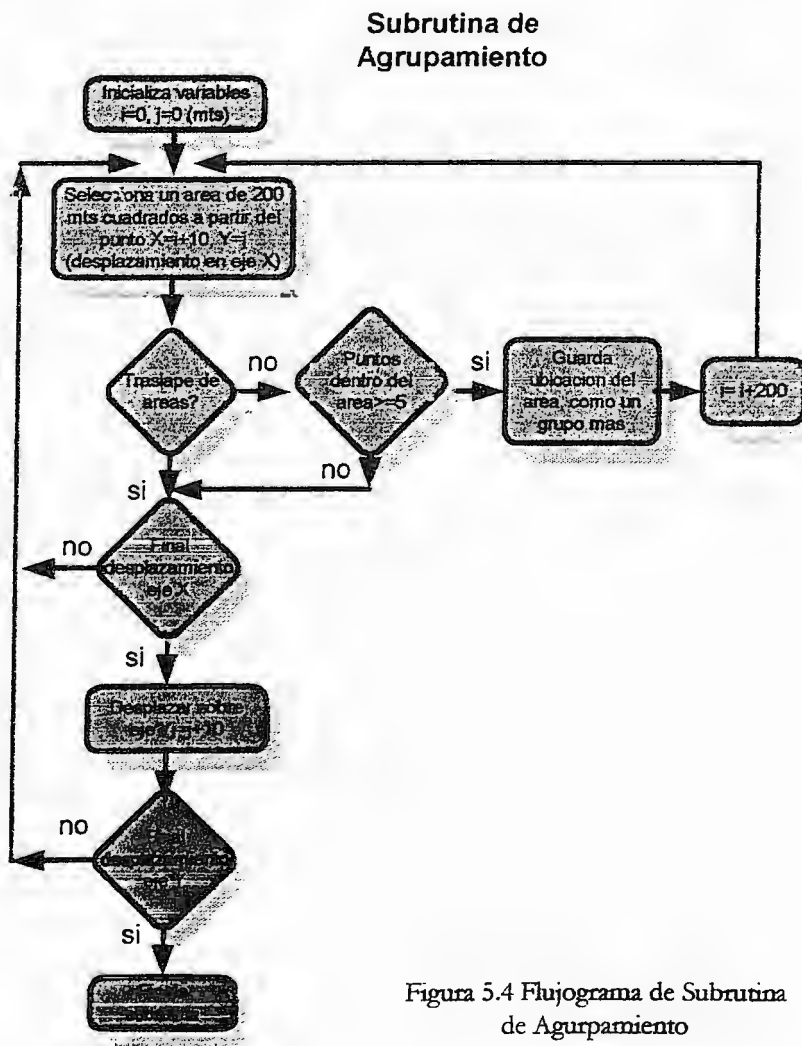


Figura 5.4 Flujograma de Subrutina de Agrupamiento

Si se encuentra un traslape con otro grupo ya seleccionado, se incrementa el contador “x” y se busca en otra area contigua. Una vez se ha recorrido todo el eje “x” se incrementa el contador “y” para avanzar hacia otra linea y volver a realizar el procedimiento de barrido del eje “x” antes descrito.

A continuación el programa presenta una pantalla de resultados de los calculo, como son : el total de puntos, el total de puntos agrupado, el total de agrupamientos y el porcentaje de agrupamiento. En uno de los campos de esta pantalla el programa recomienda que tecnologías se recomienda utilizar tomando como base el de agrupamiento: si el porcentaje de agrupamiento es menor al 25% se recomienda tecnologías inalámbricas WRELESS o VSAT, si es mayor o igual al 25% se recomienda tecnologías alámbricas como ADSL o Cable Modem.

Seguidamente el usuario puede decidir el realizar los cálculos para la tecnología que desee, para lo cual debe seleccionar una de las cuatro que se presentan. A continuación se explica el procedimiento que el programa sigue después de seleccionada una de estas opciones.

5.1.3.2 SUBROUTINA DE CALCULOS ADSL

Si la selección es **ADSL**, se presenta una pantalla que contiene las siguientes especificaciones técnicas del equipo: calibre de cables de cobre, distancia máxima, especificaciones del DSLAM, especificaciones de los modems-cliente, costos de los equipos, costos de instalación de los equipos. Para esta tecnología se escogió el fabricante CISCO, el cual ofrece una gama de modelos a los cuales se puede adaptar diferentes tipos de clientes. En el anexo B se incluye algunas hojas técnicas de uno de estos productos en particular, que será tomado como base para ejemplificar el funcionamiento del programa.

El usuario tiene la alternativa de cambiarlos o no, y al aceptar estos valores el programa comienza la subrutina de calculo de equipos ADSL valiéndose del modulo correspondiente, que se encuentra en formato Excel, siguiendo el proceso que se describe en la figura 5.5.

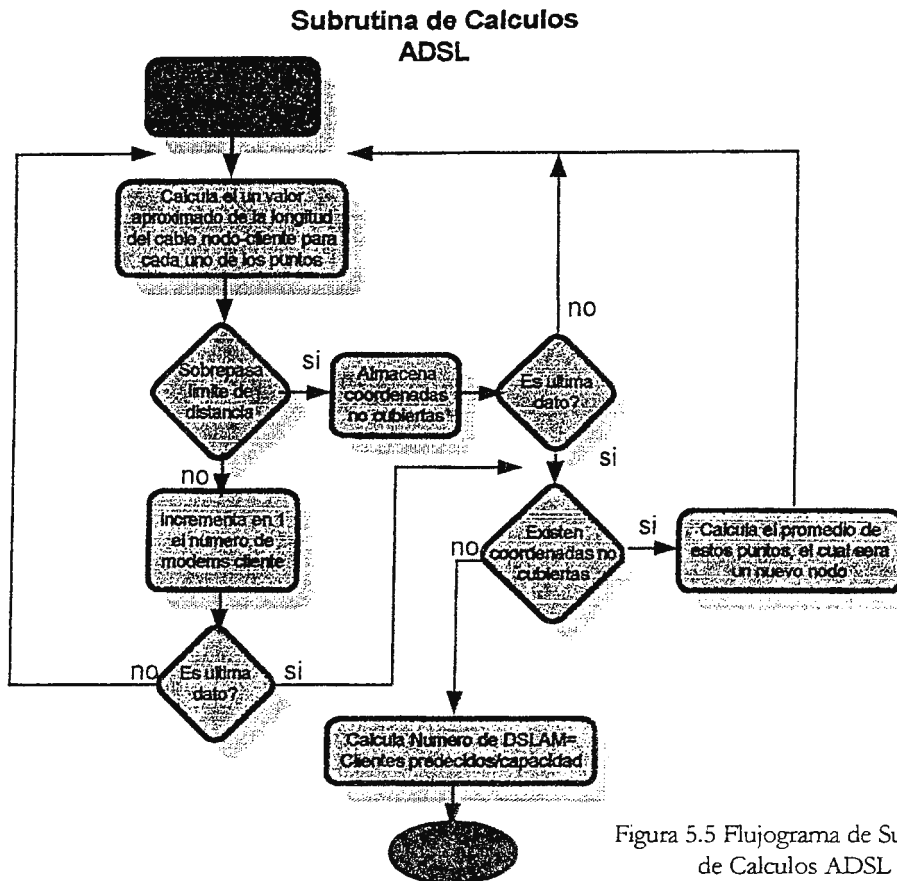


Figura 5.5 Flujo de Subrutina de Calculos ADSL

Después de cargado el modulo, el programa calcula en cada punto la longitud aproximada del cable que iría desde el nodo hasta la localidad del cliente y se compara con la longitud máxima que especifica el equipo, si es menor que esta, el programa incrementa en 1 el contador de equipos de cliente y luego analiza el siguiente punto. Si el rango sobrepasa la distancia máxima se almacena dichas coordenadas para ser utilizadas analizadas después. Una vez todo los datos son analizados se procede a analizar los que se almacenaron bajo el esquema de fuera de cobertura, se calculan promedio de todas los puntos y se establece el resultado como punto de origen para un nuevo nodo, luego se realizan los cálculos tomando como origen este nuevo nodo y se repite la secuencia tantas veces hasta que no quede ningún dato sin cobertura. Luego se realiza el calculo de los equipos en los nodos dependiendo de las cantidad de clientes que la empresa pronostica tener al final del periodo de recuperación de inversión y tomando como referencia la capacidad de manejo de clientes de cada uno de los DSLAM.

Una vez la subrutina de cálculos ADSL ha terminado, el programa despliega una pantalla de resultados en la cual se presentan lo siguiente: Para los nodos de acceso: la cantidad de DSLAM,

fabricante, modelo, capacidad de la red, cantidad aproximada de cable de cobre; para los cliente: la cantidad de módems ADSL que se necesitara para los clientes que se han especificado las coordenadas.

Seguidamente el usuario puede optar por seleccionar el calculo de análisis financiero, para lo cual también utiliza un archivo en formato Excel el cual contienen una serie de formulas matemáticas que contribuyen a los cálculos que se obtendrán al final. Esta subrutina se muestra en la figura 5.6.

5.1.3.3 SUBROUTINA DE CALCULOS DE INVERSIÓN Y RECUPERACIÓN DE CAPITAL

Este análisis financiero toma como variables de entrada los costos de los equipos, los costos de instalación, numero de clientes iniciales, la cantidad de equipos necesarios, los pagos por instalación y el pago mensual por el servicio. Se calcula luego el Acumulado inicial, el cual consiste en el monto total de dinero a gastar por el proveedor de servicio en la compra de los equipos e instalación de los mismos, menos los pagos que los clientes realizarán por la instalación. Si los cargos de instalación son menores que los costos, esta diferencia se suma al acumulado en cada periodo con la entrada de nuevos clientes.

El dinero entrante por periodo es igual al total de pagos de clientes nuevos y viejos menos los gastos de mantenimiento y operación en ese periodo. Por lo tanto el acumulado para este periodo es igual al acumulado del periodo anterior menos el dinero entrante en el periodo actual. A medida que el numero de cliente aumenta considerablemente en cada periodo, el acumulado va siendo menor, a tal punto que después de varios periodos este se vuelve positivo y se empiezan a ver las ganancias en la empresa proveedora de servicio.

Debido a los montos iniciales de inversión y al tipo de inversión que se debe realizar, en las tecnologías alámbricas el periodo de recuperación de inversión es mayor al de las tecnologías inalámbricas ya que en estas ultimas el crecimiento en infraestructura se va dando a medida crece la demanda y solo se tiene que invertir en el equipo del nuevo cliente, cuya mayor parte es cobrada en el cargo por instalación.

Subrutina de Calculos de Inversion y Recuperacion de Capital

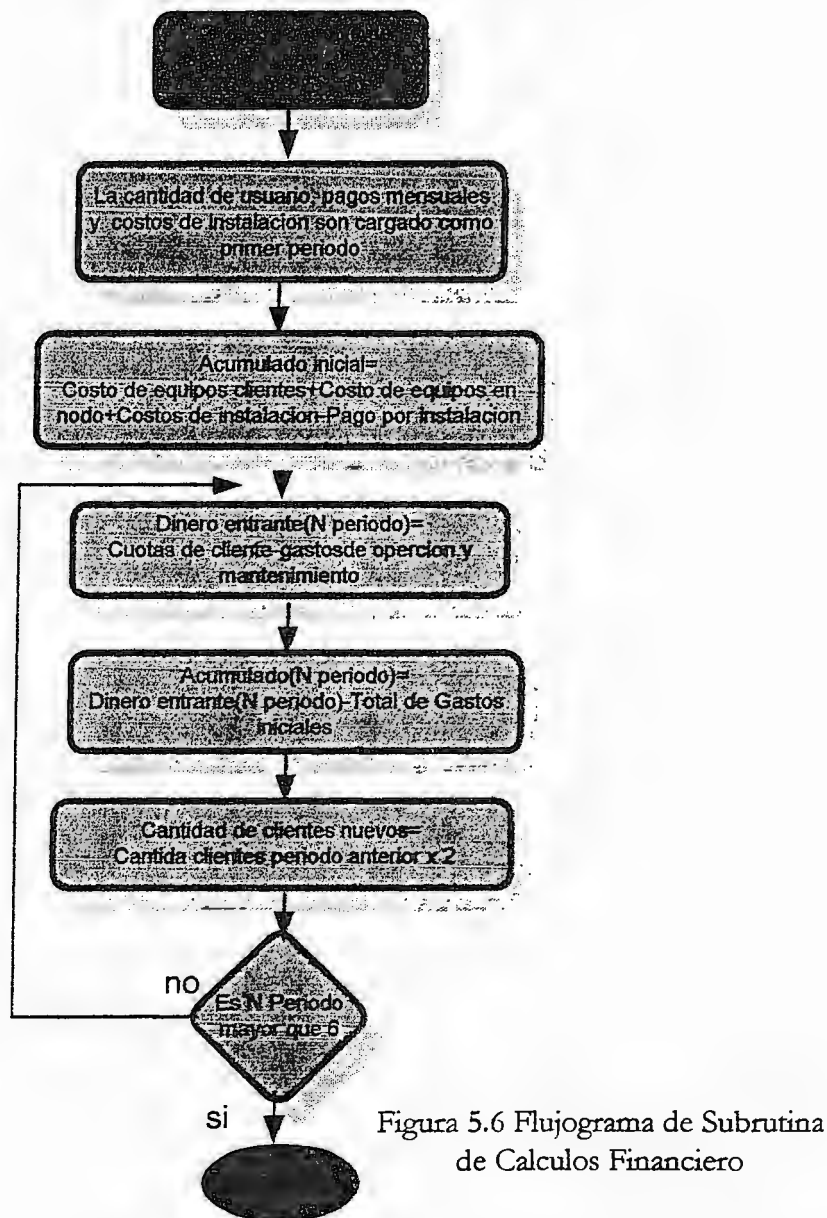


Figura 5.6 Flujograma de Subrutina de Calculos Financiero

Como un resultado final de este análisis el programa presenta una pantalla en la que se detalla los montos de entrada y los acumulados por periodo, cuya cifras representan la cantidad de dinero en dólares.

Hasta este momento se han realizado todos los cálculos necesarios para la implementación de la red de acceso en forma separada, sin embargo es necesario obtener un documento final en el que se haga un resumen de todos los resultados obtenidos en las diferentes subrutinas y módulos para

que se pueda posteriormente comparar con el de otras tecnologías. Este resumen es mostrado en una pantalla con la opción disponible de exportación de este archivo a un formato Excel para que pueda ser manipulado. El diagrama de los nodos de acceso con la interconexión hacia los puntos geográficos también será mostrado en la zona de trabajo grafica , y se podrá hacer una presentación preliminar y luego imprimirse, para anexarlo al informe o documento final.

5.1.3.4 SUBROUTINA DE CALCULOS WIRELESS

Si la selección es **WIRELESS**, se presenta una pantalla que contiene las siguientes especificaciones de los equipos: Fabricante y modelo y especificaciones de equipos y antenas para el nodo y para el cliente, frecuencias de trabajo de las mismas. Se ha tomado como referencia para ejemplificar el funcionamiento del programa los equipos cuyo fabricante es BREEZECOM, el cual es un fabricante de equipos Wireless con mucha penetración en el mercado. En el Anexo B se pueden encontrar las especificaciones de uno de estos equipos.

El procedimiento que se sigue para realizar estos cálculos es el mostrado en el flujograma de subrutina de cálculos Wireless que se muestra en la figura 5.7, cuya secuencia de trabajo es muy parecida a la que se explicó con anterioridad para ADSL. Comienza con la carga del modulo de calculos Wireless que se encuentra en formato Excel. Seguidamente el programa comienza a introducir, para cada coordenada en análisis, la distancia del nodo a cada una de ellas y se obtiene el resultado del margen de desvanecimiento, para el cual el programa considerará que valores mayores a 25 serán considerados como puntos con cobertura buena para realizar una transmisión libre a buen nivel. Para este calculo el modulo toma en cuenta los datos siguientes:

Distancia del trayecto, frecuencia, ganancia de la antena transmisora, ganancia de antena receptora, potencia de transmisión, perdidas en guias de ondas, perdida por lluvia y Sensibilidad del equipo. Por lo tanto si el margen obtenido es mayor que 25 se incrementa el contador de equipo y antena de cliente, de lo contrario el programa intenta introduciendo en el casilla de ganancia de antena de recepción una con valor mayor, si aun así no se consigue un buen margen se trata hasta con dos modelos mas y de no obtener los resultados deseados, se almacenan las coordenadas como fuera de cobertura para su posterior análisis. Una vez termina de calcular toda la lista de coordenadas, el programa toma todas las coordenadas en estado fuera de cobertura y saca un calculo de promedio de ubicación geográfica al cual le asigna un nuevo nodo. Tomando

ahora como referencia este nuevo nodo se realiza los cálculos para estas coordenadas como se hizo con las demás. Este proceso se repite hasta que no queda ninguna coordenada fuera de cobertura.

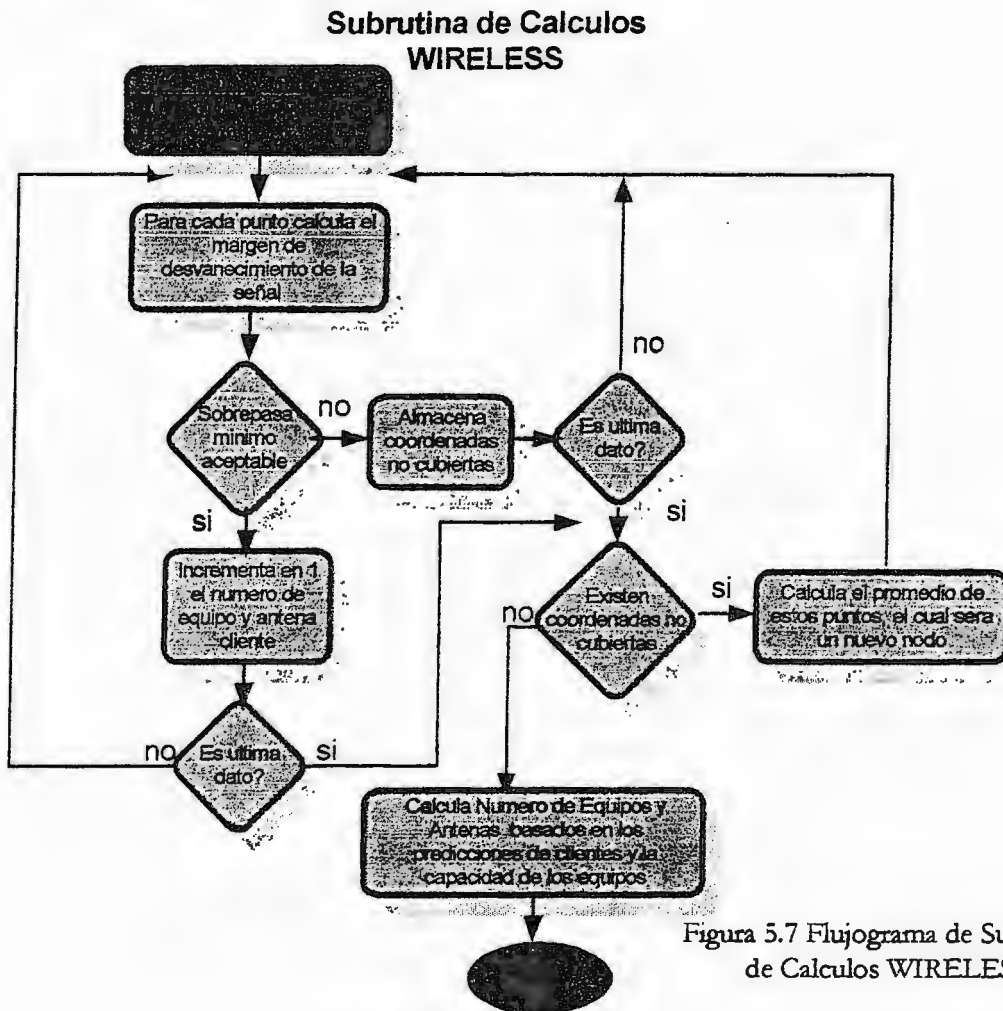


Figura 5.7 Flujograma de Subrutina de Calculos WIRELESS

Después realiza el cálculo de cantidad de equipos y antenas necesarias en los nodos de acceso tomando como referencia la predicción de crecimiento y la capacidad de cada equipo.

Al final de los cálculos, como alternativa el usuario también puede solicitar al programa un análisis financiero y un reporte final al igual que se explicó anteriormente para ADSL, el cual contenga los resultados específicos para esta tecnología utilizando características de equipos reales de fabricantes conocidos en el mercado de las telecomunicaciones.

5.1.3.5 SUBROUTINA DE CALCULOS CABLE MODEM

Si la selección es **CABLE MODEM**, el usuario tendrá acceso a una pantalla idéntica a la que se mostró para ADSL con la diferencia que para esta tecnología los cálculos se realizarán basados en las especificaciones técnicas de estos equipos en particular. Para familiarizarse con el procedimiento que utiliza esta subrutina se puede hacer referencia a la figura 5.5 con la salvedad que los datos corresponderán a CABLE MODEM. Al igual que las anteriores para esta tecnología se podrá sacar un informe final conteniendo todos los cálculos resultantes.

5.1.3.6 SUBROUTINA DE CALCULOS VSAT

Si la selección es **VSAT**, la pantalla de acceso mostrará las especificaciones de los equipos que se utilizarán para este cálculo. Al igual que en los casos anteriores el usuario puede modificarlos, si lo desea. La lógica de cálculos es un poco diferente a las anteriores ya que para esta tecnología se cuenta con antenas y equipos estándares diseñados para ciertas zonas geográficas por lo que solo es necesario el cálculo de la orientación de la antena, dependiendo del satélite al cual se conectará. Para esta tecnología lo complicado es el cálculo de los equipos que se encuentran en el HUB, que forman parte del "Backbone", los cuales no se tomarán en cuenta para el diseño de la red de acceso.

En esta pantalla se presentará la siguiente información: Fabricante y modelo de equipos y antenas, precios y costos de instalación, así como coordenadas de satélites. El programa tomará estos datos como entrada y realizará el cálculo del Azimut y Elevación de las antenas en el lado del cliente. Entre los resultados obtenidos estará la cantidad de equipos y antenas, valores que se utilizarán para el análisis de inversión y recuperación de capital que podrá realizarse como en los otros casos anteriores. El informe final podrá obtenerse de la misma forma que en las otras tecnologías.

5.2 IMPLEMENTACION DEL SOFTWARE

5.2.1 INTRODUCCION

Para la implementación de este software se partió con la idea de contar con una herramienta útil no solo para trabajar con una tecnología de acceso específica, sino que tuviera la alternativa de analizar las tecnologías ADSL, CABLE MODEM, VSAT y WIRELESS, con el propósito de obtener un análisis de varias alternativas de solución y evaluar la desde un punto de vista apegado a la realidad, cual de ella es la mejor. Por tal motivo se desarrolló un programa que además de tener mucha funcionabilidad es muy amigable al usuario, razón por la cual se selecciono el lenguaje de programación Visual C++ como la base de este programa.

5.2.2 ACOPLAMIENTO DE MODULOS

Como se mencionó con anterioridad el programa lo componen varios módulos que interactúan entre si para lograr los resultados esperados. Todos los módulos externos al programa fuente son archivos en formato Excel, que pueden ser editados y corregidos por medio de este mismo. El objetivo de esta interacción con Excel es el de proporcionar al usuario la posibilidad de realizar alguna actualización tanto de formula como de datos, sin la necesidad de que este contenga algún conocimiento de programación. Respetando la sintaxis o formato de cada uno de los módulos perfectamente el usuario puede editar por medio de Excel alguna constante o criterio que este utiliza para realizar los cálculos. Adicionando a esto la ventaja de que los datos puedan ser manipulados por cualquier persona con mínimo conocimientos de Excel y de la forma como esta estructurado el programa fuente y su funcionamiento. Esta interacción que existe no limita el funcionamiento del programa, al contrario, extiende su funcionabilidad, ya que serán muy fácil adaptarle otro modulo o modificar uno ya hecho para agregarle opciones de operatividad al programa. Al final de todo se logra una exportación e importación de información en formato Excel que puede ser leída, editada o modificada por cualquier computadora compatible.

5.3 CARACTERISTICAS TECNICAS

5.3.1 ESPECIFICACIONES DE ARCHIVOS

El programa esta compuesto por una grupo de archivos fuente y un grupo de archivos utilitarios. Los archivos fuentes contienen todos aquellos comandos en lenguaje maquina que pueden ser interpretados y editados a través de una interfase grafica de Visual C++, como se puede apreciar en la figura 5.8.

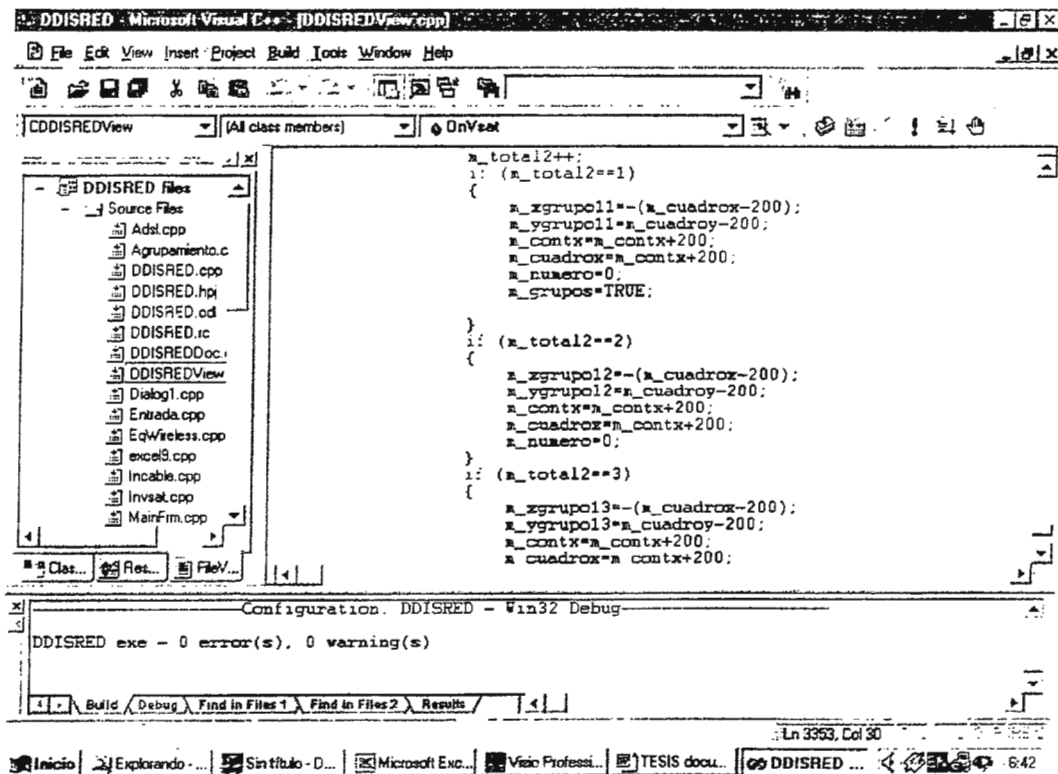


Figura 5.8 Interfase grafica de Visual C++

Además se cuenta con un archivo ejecutable llamado “DDISRED.EXE” el cual deberá ejecutarse para acceder a las pantallas del programa y poder utilizarlo. Los archivos denominados utilitarios son aquellos del cual el programa se vale para realizar ciertas tareas, para este caso lo conforman todos los archivos en formato Excel que se comentaron con anterioridad. Si alguno de estos se dañara o desapareciera, el programa no podría realizar la tarea que estaba enlazada a este archivo.

5.3.2 AMBIENTE DE TRABAJO

El programa obtenido, se puede instalar y funcionar en cualquier computadora bajo un ambiente Microsoft Windows 2000 o Windows NT, que al mismo tiempo tenga instalado Microsoft Office 2000 (con Excel) y que exista un espacio en disco duro de por lo menos 20 MB, para poder alojar todos los archivos. Una vez instalado solo se necesitara correr el archivo ejecutable para utilizarlo.

5.4 FUNCIONAMIENTO

5.4.1 MANUAL DE USUARIO

Con el objetivo de contar con una guía práctica de utilización del programa y la correcta interpretación de los datos, a continuación se detallan los procedimientos a seguir para el realizar todas las acciones que el programa dispone.

1.Inicio del Programa : Para iniciar el programa se debe de correr el archivo “DDISRED.EXE” y una pantalla como la que se muestra en la figura 5.9 aparecerá de inmediato.

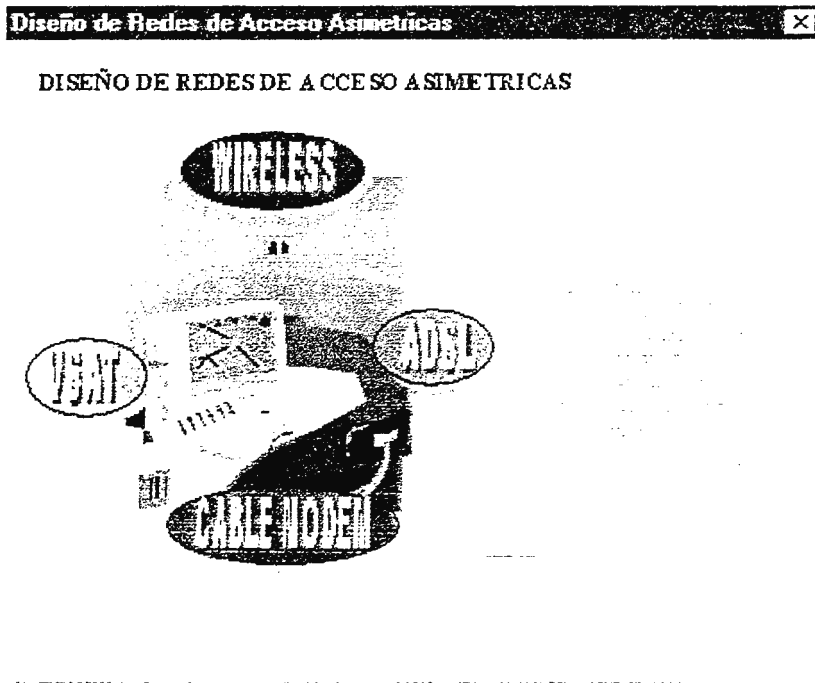


Figura 5.9 Pantalla de acceso al programa

Al presionar cualquier tecla se puede proseguir a entrar a la pantalla principal.

2. Carga de Coordenadas: Al aparecer una pantalla en la que se muestra la área grafica de trabajo , el usuario debe de seleccionar el archivo que contiene las coordenadas de los puntos geográficos, para lo cual se muestra el dialogo de la figura 5.10, el archivo deberá estar en formato Excel con la siguiente sintaxis: en la columna A todas las coordenadas “X” y en la columna B todas las correspondientes a coordenadas “Y” como se muestra en la figura 5.11. Como se puede apreciar en esta figura, los datos son presentados en una tabla con formato Excel, a la que el usuario tiene acceso a cambiar, si fuera necesario, luego guardar dichos cambios y volver a realizar el procedimiento desde el inicio para que dichos cambios sean aceptados por el programa. Después de este paso el programa ha almacenado estos datos en variables y la tabla puede ser cerrada sin interferir en la distribución del programa. A continuación de la carga de datos el usuario puede seleccionar la opción de graficar dichos puntos para verificar su distribución en el área geográfica.

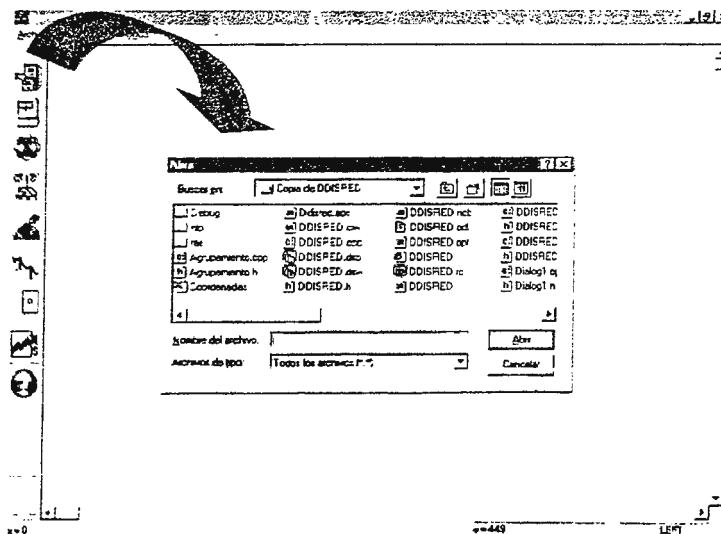


Figura 5.10. Pantalla de acceso a carga de coordenadas

La ubicaciones de las coordenadas pueden hacerse a través de GPS (Sistema de Posicionamiento Gloval) o en su defecto a través de mapas a escala, para lo cual se debe de tomar como origen de los dos ejes el lugar donde estará ubicada el nodo central. Los datos recogidos reflejaran las distancias que existen desde el nodo central hasta cada uno de los puntos geográficos a donde se desea llevar el servicio.

3. **Graficar las coordenadas:** En la figura 5.12 se puede apreciar el área grafica de trabajo, una vez que el usuario selecciona “graficar” del menú principal. Esta opción le permite al usuario tener una visión de la distribución geografica de los puntos en el área seleccionada con respecto al nodo central (origen).

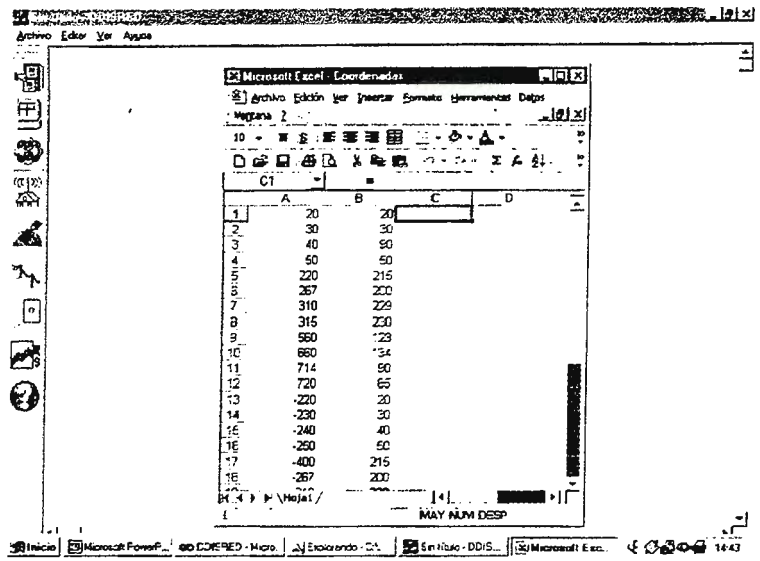


Figura 5.11 Pantalla resultante después de seleccionado el archivo

Los desplazamientos de un metro se desplazan 1 pixel en la pantalla de la computadora, las dimensiones de la pantalla de trabajo son de 740x523 pixeles en la pantalla de una computadora personal, lo que significa que se pueden ver áreas de trabajo de 740 mts de ancho y 523 mts de alto. Con la flechas de desplazamiento se puede movilizar a través de toda la zona de trabajo. El programa podrá tomar en cuenta puntos comprendidos en 10 Km cuadrados.

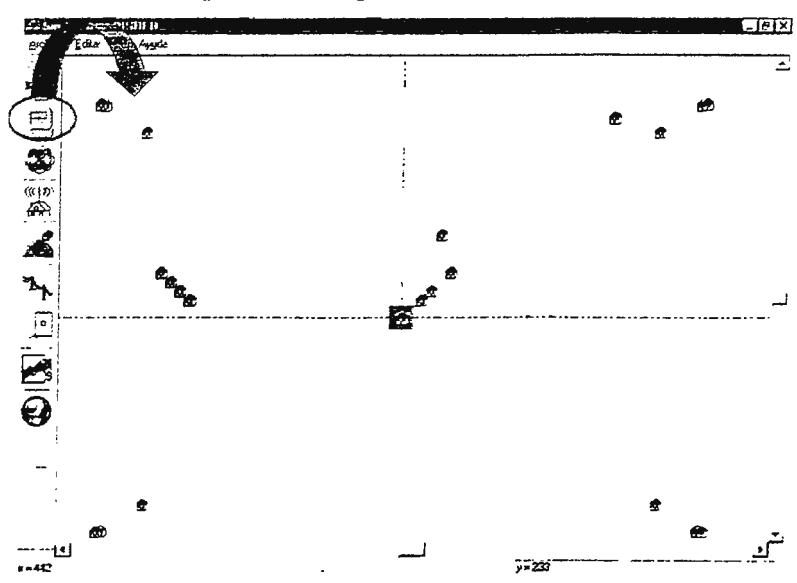


Figura 5.12 Pantalla Area de Trabajo de Grafico de Coordenadas

3. Agrupamiento de los puntos: Como se puede ver en el flujo grama de la figura 5.2 el usuario puede elegir a continuación el agrupar los puntos de acuerdo al algoritmo utilizado en el programa para su desarrollo. En este procedimiento se realiza un barrido completo del área de trabajo y determina en donde están las agrupaciones de puntos en la cual se encuentran como mínimo 5 puntos en un área geográfica de 200mts cuadrados, cada vez que encuentra un grupo, los puntos que este contiene son restringidos como candidatos a ser agrupados por otro, lo cual evita que dos o mas grupos se traslapen.

En el algoritmo que contiene el programa el barrido es comenzado por la esquina inferior izquierda del tercer cuadrante (tanto "X" como "Y" negativas) y realiza un desplazamiento positivo hasta terminar en el cuarto cuadrante ("X" positivas "Y" negativas), luego incrementa su posición en "Y" y realiza el mismo barrido hacia delante. Este procedimiento se repite sucesivamente pasando luego por los cuadrantes segundo y primero hasta terminar en la esquina superior derecha de este ultimo.. Cada vez que encuentra un mínimo de 5 puntos en un área de 200mts cuadrados se detiene y guarda las coordenadas de dicho cuadro, para ser empleadas por el programa mas adelante.

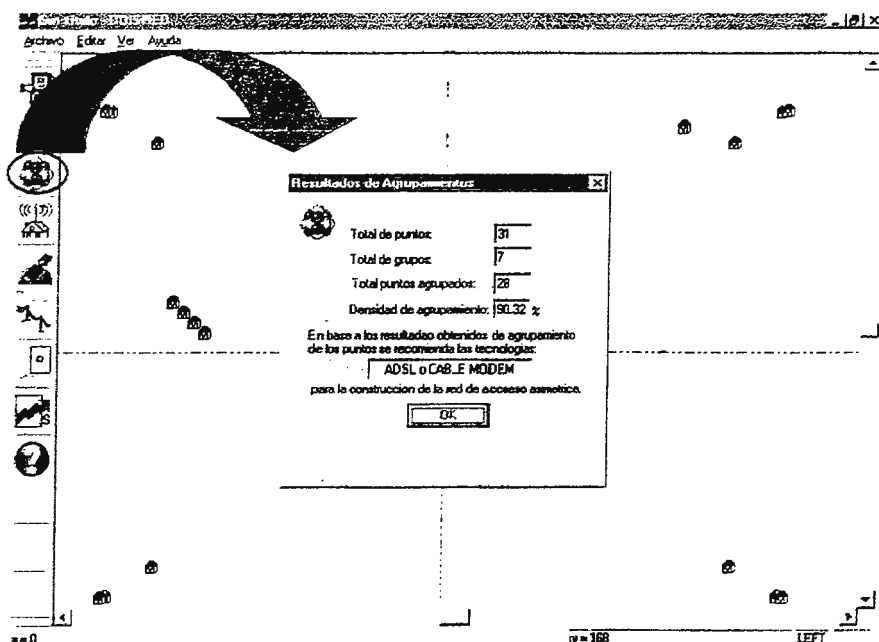


Figura 5.13 Pantalla de salida de Agrupamientos

Este procedimiento demora varios minutos, dependiendo del área de trabajo, debido al barrido específico que se realiza en el algoritmo. Una vez el programa termina de realizar todos los cálculos, presenta al usuario una pantalla de resultado, ver figura 5.13, en la que contiene el total

de puntos analizados, el total de agrupamientos encontrados, el número de puntos que han sido agrupados y la densidad de agrupamiento obtenida como resultado de: total de puntos agrupados/total de puntos, la cual es un reflejo del porcentaje de agrupamiento tomando en cuenta todos los puntos en análisis.

5. Grafica de agrupamientos: Una vez los cálculos de agrupamiento han sido finalizados, se puede verificar en el área grafica de trabajo que los agrupamientos son encerrados en cuadrados de 200x200, con lo cual el usuario se puede dar cuenta cuales puntos quedaron fuera y cuales fueron agrupados. Esta pantalla se puede apreciar en la Figura 5.14 que se muestra a continuación.

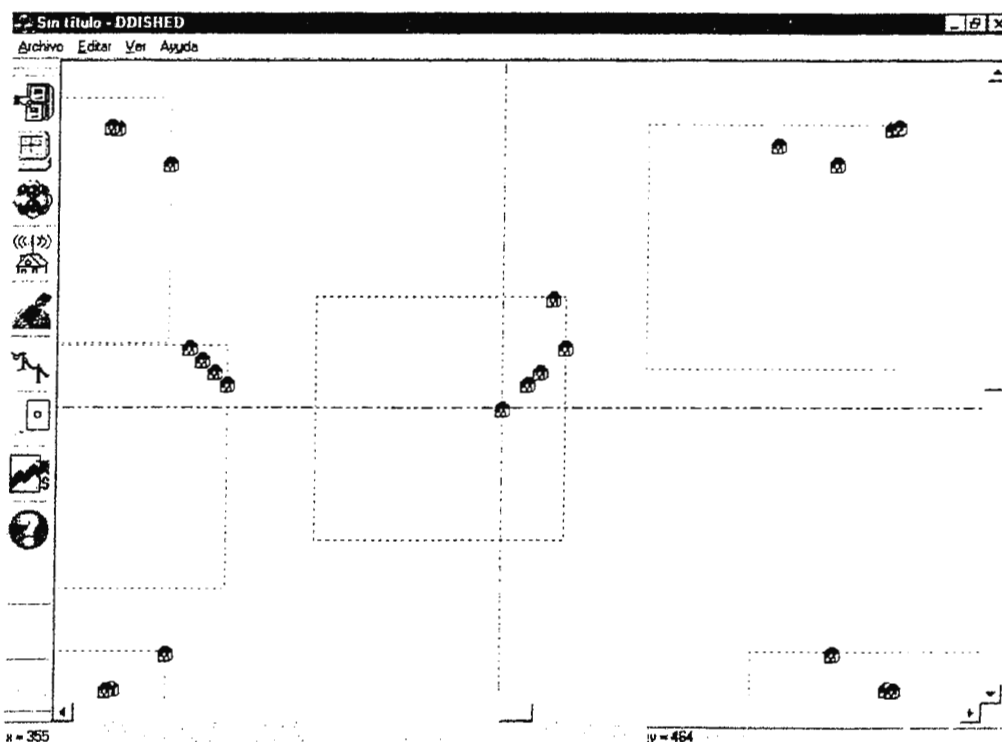


Figura 5.14 Pantalla Area Grafica de trabajo después de agrupados los puntos

6. Cálculos de WIRELESS: Si se desea realizar los cálculos para Wireless se debe de seleccionar el icono correspondiente, como se muestra en la figura 5.15. Se presentara a continuación una pantalla de actualización de especificaciones de los equipos, en el cual el usuario puede modificar algún dato. Para que los cambios tengan efecto las próximas veces el programa preguntara si se desea guardar los cambios realizados, si se selección no, estos cambios no aparecerán en la siguiente sesión. Una vez se acepta esta pantalla el programa comienza a realizar los cálculos.

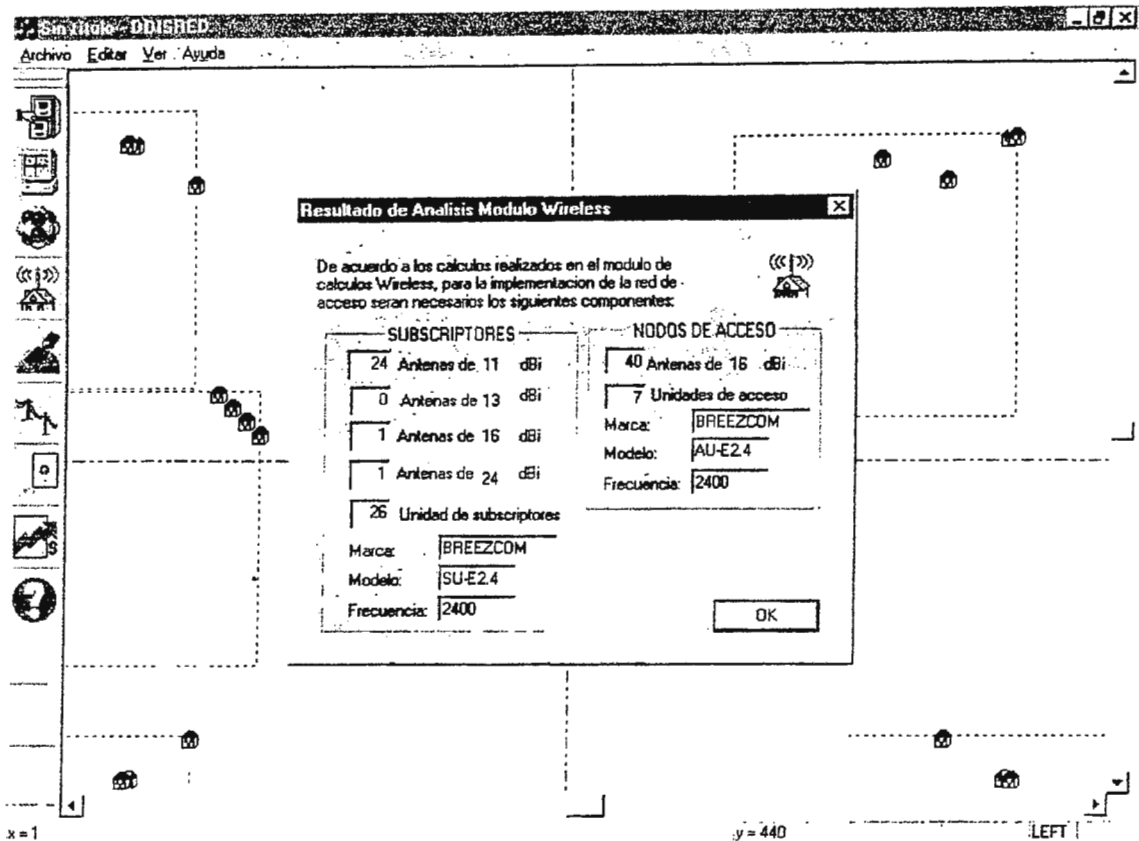


Figura 5.15 Pantalla de entrada a cálculos Wireless

Después de terminados los cálculos el programa presenta una pantalla con los resultados obtenidos de los cálculos. Luego el usuario debe de presionar “ok” para continuar con otra acción.

7. Calculo de Análisis de Inversión y Recuperación: Una vez la cantidad de equipos es calculada por el procedimiento anterior, se puede realizar un análisis financiero de la implementación de la red tomando en cuenta predicciones de crecimiento. Se debe de seleccionar el botón que corresponde a este calculo, luego aparece una pantalla en la que se presentan las cuotas mensuales e instalación de los equipos del nodo y de clientes. Tomando en cuenta los costos de los equipos, los costos de instalación, las tarifas mensuales y de instalación, así como las predicciones de crecimiento, el programa realiza un calculo al final del cual presenta un pantalla como la que se muestra en la figura 5.17 en la cual se puede observar la cantidad de periodos necesarios para la recuperacion de la inversión. Este análisis ayudara a visualizar los ingresos y egresos que la red tendrá a lo largo de un periodo.

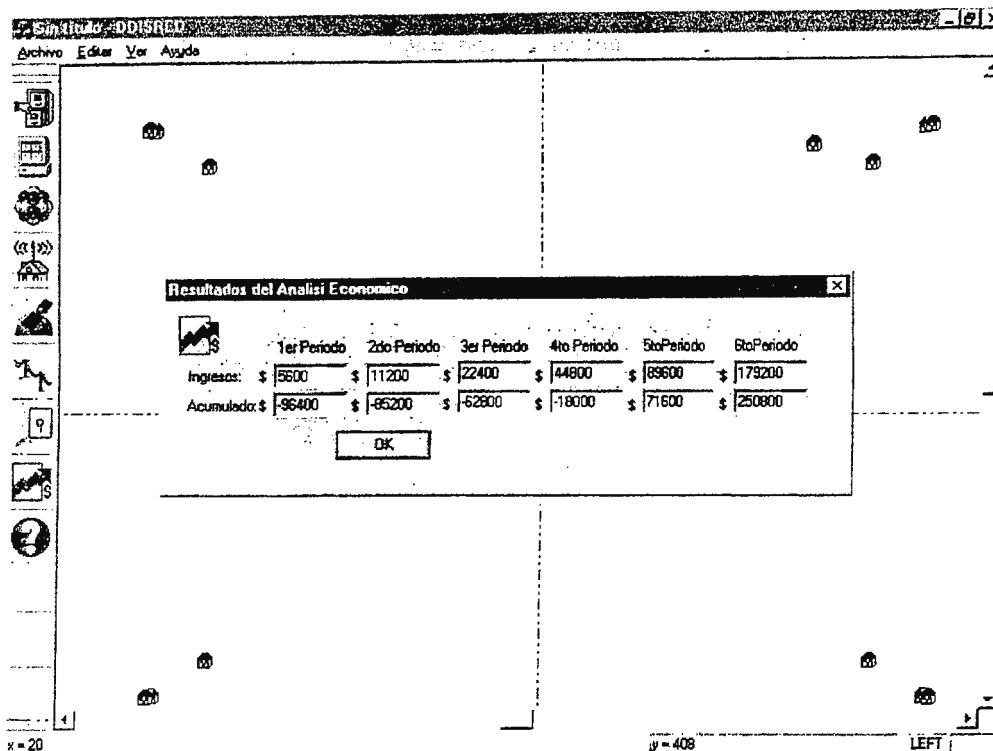


Figura 5.17 Pantalla de salida de cálculos financieros

8. Graficar conexiones del nodo de acceso con los puntos: Una vez todos los cálculos han sido realizados se obtiene automáticamente un grafico de todos los puntos con sus conexiones a los respectivos nodos de acceso. Este grafico se puede apreciar en la figura 5.18.

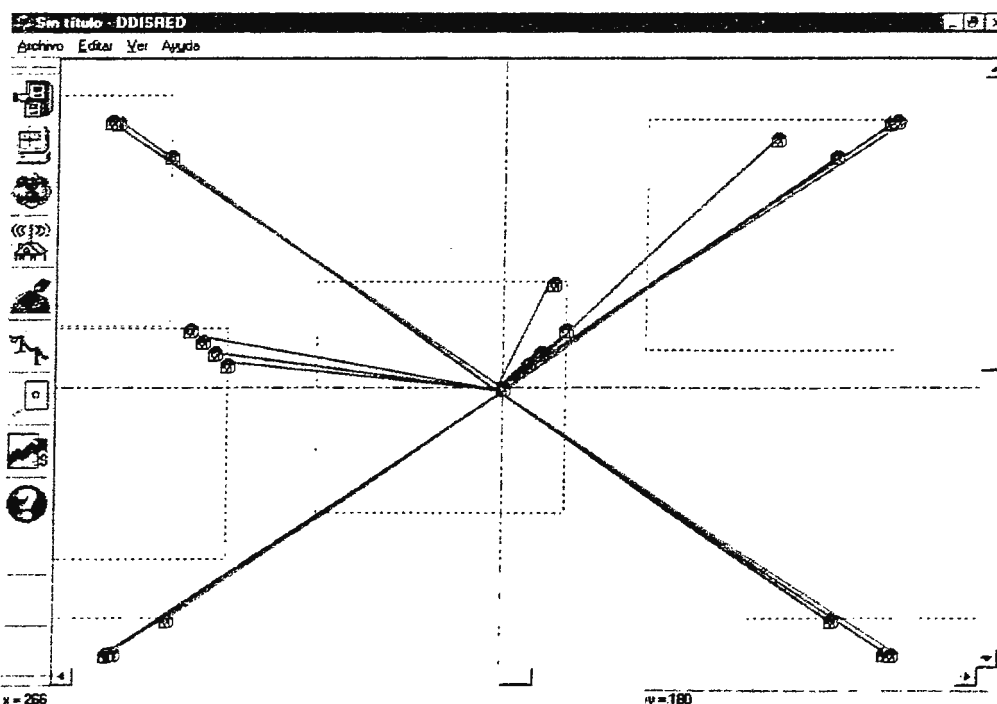


Figura 5.18 Grafica de conexión del nodo de acceso con los puntos geográficos

9. Cálculos ADSL, VSAT y CABLE MODEM: como se explicó para Wireless solo se debe seleccionar el icono correspondiente a la tecnología, para luego presentar pantalla de entrada y salida similares a la que se mostró para Wireless. Cada icono corresponde a una tecnología en particular, esto se puede apreciar en la Figura 5.19.

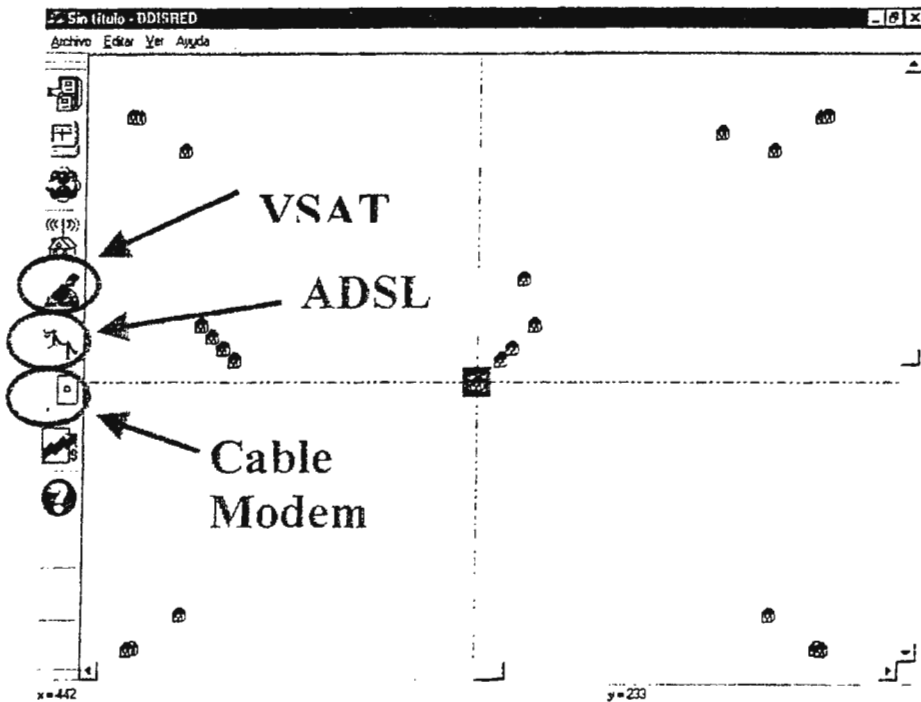


Figura 5.19 Iconos correspondientes a cada una de las tecnologías

CONCLUSIONES

Con desarrollo de esta trabajo de graduación se puede concluir que para el diseño y la implementación de una red de acceso se deben tomar en cuenta algunos procedimientos y criterios que conduzcan a una decisión que proporcione un buen servicio al cliente generando a la vez rentabilidad al proveedor del mismo. El funcionamiento del software desarrollado, permite realizar análisis con cualquier tecnología de acceso de las mencionadas anteriormente, para determinar cual de ellas resulta mas conveniente de implementar en cada caso de estudio.

La tecnologías inalámbricas ofrecen bajos costos, fácil instalación, buena calidad de servicio. y sobre todo un corto periodo de recuperación de inversión, lo cual es la mejor alternativa para proveedores que no cuentan con una infraestructura para la transmisión de los servicios. Por otro lado, algunas tecnologías alámbricas actualmente ofrecen también soluciones económicas con una excelente calidad de servicios, como lo es ADSL, la cual constituye la solución mas idónea para proveedores que cuentan con una infraestructura de cables de cobre bien establecida.

RECOMENDACIONES

- Para la elaboración de un futuro trabajos de graduación, que tome como base el contenido del presente, se recomienda agregar al software algunas funciones que permita una mejor interacción con el usuario como los siguientes: La incorporación de una opción de acercamiento y alejamiento de la pantalla que visualiza los puntos geográficos en estudio, además agregar la alternativa de introducir las coordenadas en latitud y longitud, para facilitar el análisis de ubicaciones obtenidas de mapas o de un Sistema de Posicionamiento Global.
- Además se recomienda para expandir las aplicaciones del software los siguientes aspectos: Agregar una base de datos que contenga la elevaciones topográficas de las zonas en estudio , con su respectivo modulo de funcionamiento, para obtener el análisis exacto de la radiación de señales en transmisión inalámbrica, y una base de datos que contenga las calles, avenidas, edificios, etc., para realizar el análisis exacto del recorrido de la red de acceso en transmisiones alámbricas.

GLOSARIO

ADSL	Línea del Subscriptor Digital Asimétrica
ANSI	Asociación Nacional de Estándares Internacionales
ARQ	Repetidor Remarcado Automático
ATM	Modo de Transferencia Asíncrona
BER	Velocidad de Error de Bit
CAP	Transporte AM/PM
CATV	Cable de TV
CBR	Velocidad de datos constante
CDMA	Múltiple Acceso por División de Codigos
CM	Cable Modem
CMIP	Protocolo de Información de Administración Comun
CMTS	Sistema Terminal Cable Modem
CO	Oficina Central
CRC	Chequeo Cíclico de Redundancia
DCN	Red de Conmutación de Datos
DSL	Línea del Subscriptor Digital
DSLAM	Modulo de Acceso DSL
DTM	Multitono Discreta
FDM	Multiplexacion por División de frecuencia
FDMA	Acceso por Multiplexacion de Frecuencia
FEC	Corrección de Error Hacia delante
GDMO	Guía para Definición de Objetivos de administración
GSM	Sistema Gloval Móvil
HDLC	Alto Nivel de Enlace de Datos
HDSL	Línea del Subscriptor Digital de Alta Velocidad
HFC	Fibra-Coaxial Híbrida
HPA	Amplificador de Alta Potencia
HPF	Filtro Pasa Altos
IDU	Unidad de Datos Interna
IFL	Enlace Inter.-Facial
IMD	Ruido de Intermodulacion
IP	Protocolo de Internet
ISDN	Red digital de Servicios Integrados
ISP	Proveedor de Servicio de Internet
ITU-T	Unión de Telecomunicaciones Internacionales, sección Estándares
LAN	Red de Area Local
LMDS	Sistema de distribución Multipunto Local
LPF	Filtro Pasa Bajos
MD	Dispositivo de Mediación
MMDS	Sistema de Distribución Multipunto Multicanal
NID	Interfase de Red de Datos
NMS	Sistema de Administración de Red
NOC	Centro de Operación de Red
NSP	Proveedor de Servicio de Red

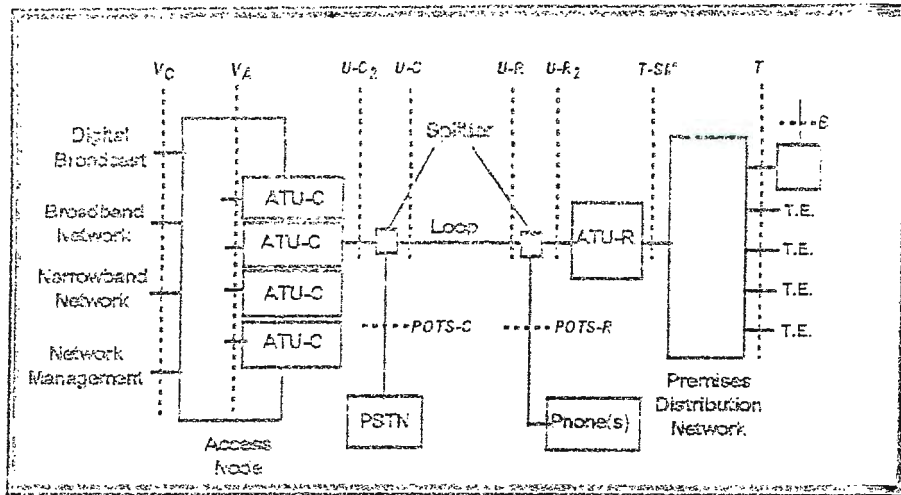
PCS	Servicio de Comunicación Personal
POTS	Plan de Servicio De Telefonía Vieja
PSTN	Red Publica de Telefonía
PVC	Circuito Virtual Privado
QAM	Modulación de amplitud en Cuadratura
QoS	Calidad de Servicio
RAS	Concentrador de Servicio de Acceso Remoto
RFI	Interferencia de Radiofrecuencia
RSN	Relación Señal a Ruido
SDSL	Línea del Subscriber Digital Simple
SNMP	Protocolo Simple de Supervisión de Red
SOHO	Oficina Pequeña Oficina en Casa
STM	Modo de Transferencia Sincrono
SVC	Circuito Virtual Conmutado
TDM	Multiplexacion por División de Tiempo
TDMA	Acceso de Multiplexacion por División de tiempo
TMN	Administración de Red de Telecomunicaciones
UADSL	ADSL Universal
USB	Bus Serial Universal
VDSL	Línea del Subscriber Digital de Muy Alta Velocidad
VOD	Video en Demanda
VSAT	Terminal de Apertura Muy Pequeña
WAN	Red de Área Extensa
WS	Estación de Trabajo

BIBLIOGRAFIA

- Ericson Telecom, **Undertanding Telecommunications 2**, Impreso en Suecia 1998
- Prentice Hall, **Aprendiendo Visual C++**, Davis Chapman, Impreso en México
- Mc Graw Hill, **Programacion Avanzada con Microsoft Visual C++**, Fruglinski Shepherd Wingo, Impreso en España
- Direcciones de Sitios en Internet mas importantes:
 - <http://www.alcatel.com>
 - <http://www.inictel.gob.pe/internet/neac/publi/camoabsl.html>
 - <http://www.adsl.com>
 - <http://www.forum.com>
 - <http://www.cisco.com>
 - <http://www.ti.com>
 - <http://www.breezecom.com>
 - <http://www.webproforum.com>
 - <http://www.nortel.com>
 - <http://www.ub.com>
 - <http://www.telecoms-mag.com/issues/index.html.com>
 - <http://www.ospmag.com>
 - <http://www.siemens.com>
 - <http://www.ericsson.com>
 - <http://www.3com.com>
 - <http://www.cadant.com>
 - <http://www.hugnes.com>
 - <http://www.intelsat.com>

ANEXO A

MODELO DE REFERENCIA ADSL FORUM



ATU-C: ADSL Transmission Unit en la oficina central. El ATU-C puede ser integrado en nodo del Acceso.

ATU-R: ADSL transmission Unit en el local del cliente.

Access Node: Concentración de puntos de banda ancha y banda corta. El nodo de acceso puede ser localizado en la oficina central o en un sitio remoto. También, un nodo de acceso remoto sacarse de un nodo de acceso central.

B: Entrada de datos auxiliar (como para alimentación de satélites) para módulos de servicios.

Broadcast: Entrada de datos en modo simple (típicamente transmisión de video).

Broadband Network: Sistema de conmutación para velocidades arriba de 1.5/2.0 Mbps.

Loop: Par de cobre de la línea telefónica.

Narrowband Network: Sistema de conmutación para velocidades de dato abajo de 1.5/2.0 Mbps.

POTS: Plain Old Telephone Service.

POTS-C: Interfase entre PSTN y POTS splitter.

POTS-R: Interfase entre teléfonos and POTS splitter.

Premises Distribution Network: Sistema para conectar los módulos de servicio ATU-R. Puede ser punto a punto o multi-punto, puede ser instalación pasiva o red activa. Multipunto puede ser de topología de bus ó estrella.

PSTN: Public Switched Telephone Network.

Service Module (SM): Terminal de adaptación de funcionamientos. Pueden ser interfases de Pc ó enrutadores de LAN.

Splitter: Filtros para separar las frecuencias altas (ADSL) y frecuencias bajas (telefonía). El splitter puede ser integrado en el ATU, físicamente separado del ATU, o dividido entre pasa altos y pasa bajos.

T-SM: interfase entre ATU-R y la red de distribución en local del cliente. Un ATU-R puede tener más de un tipo de interfases T-SM implementadas (ejemplo, una conexión T1/E1 y una conexión Ethernet).

T: Interfase entre la red de distribución en local del cliente y los módulos de servicios. Puede ser el mismo que T-SM cuando la red punto a punto es pasiva. Notar que la interfase T puede desaparecer en el nivel físico cuando ATU-R es integrado en el Módulo de Servicio.

U-C: Interfase entre la línea y ATU-C (analoga).

U-C2: Interfase entre POTS splitter y ATU-C. Notar que hoy en día el ANSI T1.413 no la define como una interfase y separando el POTS splitter de el ATU-C presenta algunas dificultades técnicas en estandarizar esta interfase.

U-R: Interfase entre la línea y el ATU-R (analoga).

U-R2: Interfase entre POTS Splitter y ATU-R. Notar que hoy en día el ANSI T1.413 no la define como una interfase y separando el POTS splitter de el ATU-C presenta algunas dificultades técnicas en estandarizar esta interfase.

VA: Interfase lógica entre ATU-C y el Nodo de Acceso. ADSL Forum no considera como interfase física V.A. La interfase V puede contener STM, ATM, o ambos modos de transferencia. El primitivo caso de conexión punto a punto entre un puerto conmutador y un ATU-C (que es un caso sin concentración o multiplexeo), entonces las interfase VA y VC se vuelven idénticas (alternativamente, la interfase VA desaparece).

VC: Interfase entre el Nodo de Acceso y la red. Puede tener múltiples conexiones físicas (como se muestra) aunque puede también transportar todas las señales a través de una conexión física sencilla. Un transporte digital fácilmente puede ser interpuesto en la interfase VC cuando el nodo de acceso y ATU-C son colocados en un sitio remoto. La interfase a el PSTN puede ser universal, interfase tip-ring o una interfase de multiplexación telefónica como la especificada por Bellcore TR-08 o TR-303. El segmento de banda ancha de una interfase VC puede ser conmutando STM, conmutando ATM, o tipo de conexiones de líneas privadas.

ANEXO B

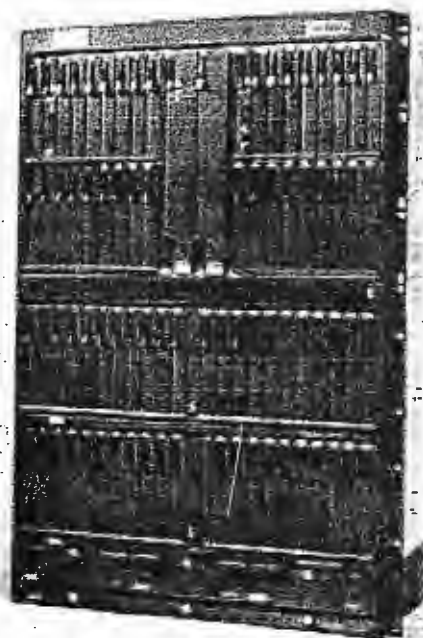
Concentrador de acceso DSL Cisco 6130

EL CONCENTRADOR DE ACCESO DSL CISCO 6130 ES UN MIEMBRO CLAVE DE LA FAMILIA DE PRODUCTOS CISCO, LÍDER EN EL SECTOR, DE CONCENTRADORES DE ACCESO DE CLASE PORTADORA DE LÍNEAS DIGITALES DE SUScriptor (DIGITAL SUBSCRIBER LINE, DSL). DISEÑADO PARA LA INSTALACIÓN A GRAN ESCALA DE SERVICIOS DSL DE ALTO RENDIMIENTO, MULTISERVICIO Y CENTRADOS EN LA RENTABILIDAD, EL CONCENTRADOR SE HA DISEÑADO PARA LAS REDES INCUMBENT LOCAL EXCHANGE CARRIER (ILEC) Y COMPETITIVE LOCAL EXCHANGE CARRIER (CLEC) DE NORTEAMÉRICA. EL CISCO 6130 DISPONE DE UN CRECIENTE GRUPO DE TECNOLOGÍAS DE LÍNEAS DSL SIMÉTRICAS Y ASIMÉTRICAS. ESTAS TECNOLOGÍAS DE LÍNEAS, JUNTO CON EL POTENTE TEJIDO DE CONMUTACIÓN ATM, LAS FUNCIONES DE GESTIÓN DE TRÁFICO DE BORDE CLASE SWITCH Y LAS CAPACIDADES DE AMPLIACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE ADMINISTRACIÓN DE ESTA FAMILIA, PERMITEN A LOS PROVEEDORES DE SERVICIOS IR MUCHO MÁS ALLÁ DE LAS SIMPLES CONEXIONES DE TRANSMISIÓN NO RENTABLES NI EXTENSIBLES, DE FORMA QUE LOS PROVEEDORES DE SERVICIOS INTERNET (ISP) PUEDAN INTRODUCIRSE EN EL NUEVO MUNDO DE OFERTAS DE SERVICIOS DE ALTA RENTABILIDAD.

Internet ha creado una explosión del potencial de los servicios de datos, voz y vídeo para clientes que abarca desde el acceso de éstos a Internet hasta el sofisticado comercio electrónico de empresa a empresa. Al mismo tiempo, la competencia para la obtención de clientes finales nunca ha sido mayor.

Los proveedores de red han aprendido que los multiplexores de acceso DSL (DSLAM) de primera generación orientados a la transmisión centrados en el rendimiento de la capa de transmisión por sí solas no proporcionan la base necesaria para satisfacer la creciente necesidad de las ofertas de servicio cada vez más estratificadas, necesarias para satisfacer la amplia variedad de necesidades de los clientes particulares y las empresas. La creación de redes en torno al concentrador Cisco 6130, junto con la potente familia de equipamiento en las instalaciones del cliente (CPE), la agregación, la conmutación de red, el enrutamiento y la gestión de redes de extremo a extremo de Cisco permite a los proveedores de servicio evolucionar hacia las verdaderas ofertas de red multiservicio sobre una novedosa arquitectura de red ampliable.

Figura 1 Concentrador de acceso DSL Cisco 6130



Rentabilidad de los servicios

Ofertas de servicios basados en valor diferenciados y ampliables

Conseguir a la vez una alta satisfacción y fidelización de los clientes, y rentabilidad en los servicios precisa soluciones de red que estén centradas en la reducción del coste de las operaciones y en la diferenciación de servicios.

El concentrador de acceso Cisco 6130 incorpora funciones clave que no se encuentran en los DSLAM de primera generación, lo que permite a los proveedores de red obtener beneficios en los servicios. Las características de reducción de costes en las operaciones en red incluyen el aprovisionamiento automatizado de VC, la gestión integrada de extremo a extremo, escalabilidad de la red y protección de la inversión. Las características de generación de ingresos de alto valor incluyen la compatibilidad con varias tecnologías DSL, como ANSI T1.413 punto 2, symmetric digital line subscriber (SDSL) G.992.1 (G.dmt), G.992.2 (G.lite), G.994.1 (G.hs) de ITU y otros estándares DSL emergentes. Estas características, junto con la compatibilidad con las ofertas de clase ATM y de calidad de servicio (QoS) líderes en el sector, los circuitos virtuales conmutados (SVC) y las operaciones de optimización garantizada, crean un verdadero concentrador de acceso orientado a servicios.

La orientación del Cisco 6130 hacia la economía operativa en la instalación de redes grandes y la definición flexible de servicios a través de las extensas capacidades de gestión y creación de servicios de extremo a extremo y ATM permiten a los proveedores de red lograr una rentabilidad de servicios inmediata y a largo plazo (y evitar los inconvenientes de bajo valor añadido inherente a las soluciones DSLAM de productos de puntos "sólo de transmisión").

Descripción general del producto Cisco 6130

Descripción general del producto

Cisco 6130 es una arquitectura multipuerto de tarjetas de línea de 32 ranuras que puede admitir tecnologías de línea (ADSL y SDSL). El producto es totalmente compatible con los principales estándares de los elementos de red de clase portadora Network Equipment Building Systems (NEBS), ANSI y ATM. Las conexiones de transmisión de las redes incluyen DS3 ATM, OC-3 monomodo y OC-3 multimodo. Es posible aprovisionar 128 puertos con ADSL (DMT) y SDSL. Se pueden utilizar varias opciones de configuración y cableado para admitir una mezcla de servicios de ADSL y SDSL en un chasis común. Para las aplicaciones sólo "sobre la banda de voz", el concentrador Cisco 6130 puede configurarse sin chasis discriminador del servicio telefónico

convencional. En las configuraciones de oficinas centrales de alta densidad se pueden incluir unidades de ventilación opcionales para disipar todo el calor.

Cisco 6130 ofrece una ruta de evolución del actual modelo de servicio de acceso a Internet orientado a UBR, muy utilizado para la ampliación de los servicios DSL para grandes volúmenes de clientes, a una exhaustiva familia de UBR, CBR, VBR-nrt, VBR-rt, y clase de servicio (CoS)/QoS Available Bit Rate (ABR), GFR CoS/QoS necesaria para las crecientes demandas de los teletrabajadores y las empresas con aplicaciones con misiones críticas. Además de admitir la gestión de tráfico líder en el sector a través de las normas compatibles con I.371, una amplia gestión de la memoria intermedia de la cola de salida y la formación de granularidad de VP, la plataforma Cisco 6130 puede proporcionar el tipo de capacidades ATM robustas que sólo se suelen encontrar en productos de clase de switch de contorno o superiores. Los planificadores individuales de tasas pueden admitir un máximo de 1.664 puertos con una configuración de operación, lo que permite a los proveedores de red obtener el máximo valor de las conexiones de servicios de portadora ATM sin crear el problema de "parking lot" típico de las infraestructuras DSLAM de primera generación.

La plataforma Cisco 6130 puede implementarse con tarjetas comunes basadas tanto en NI-1 como NI-2. ViewRunner for HP Openview es el sistema de gestión de elementos para las tarjetas comunes basadas en NI-1. Cisco DSL Manager administra sistemas basados en NI-2, al mismo tiempo que añade soporte para sistemas basados en NI-1 en 1H 2000. Ambos esquemas son completos sistemas de gestión de elementos basados en SNMP con capacidades de generación de informes de fallos, de configuración y rendimiento. También dispone de la interfaz de línea de instrucciones de Cisco IOS® para la interacción directa (NI-2 solamente). Las soluciones de gestión también se están ampliando para incluir una interfaz COBRA, lo que permite el flujo a través del aprovisionamiento con NMS de clase portadora.

Resumen de características

- DSL Multiservicio: en principio, las tarjetas de línea ADSL incluyen ANSI T1.413 punto 2 y SDSL compatibles con los estándares. Admite velocidades de datos ADSL completas (8.024 Mbps de flujo descendente/864 Mbps de flujo ascendente para DMT y 1.536 Mbps de flujo descendente/512 Mbps de flujo ascendente para G.lite). Inicialmente admite tasas de datos SDSL de hasta 1.168 Mbps. Las tasas de formación del suscriptor ADSL pueden adaptar la tasa de transferencia automáticamente a la velocidad de línea

más alta sostenible, basándose en características individuales de bucle o pueden suministrarse de manera selectiva basándose en la definición de servicio elegida.

- **Arquitectura ampliable:** de forma estándar, el Cisco 6130 está equipado con un reconocido tejido de conmutación ATM y el conjunto de características para la gestión del tráfico necesario para aprovisionar altos volúmenes de acceso a Internet. Una actualización de las tarjetas de infraestructura normales amplía la arquitectura del concentrador Cisco 6130 para que pueda admitir varias calidades de servicios ATM con capacidad de ampliación para admitir un máximo de 1664 puertos por sistema totalmente operativo. Cada uno de los puertos de acceso de los suscriptores y los puertos troncales de la red tienen búferes de tráfico dedicados para garantizar una transferencia y un rendimiento del tráfico fiables.
- **Ofrece soporte para la gestión ampliable y segura de redes de clase portadora:** Cisco 6130 se gestiona a través de Cisco DSL Manager, un completo sistema de gestión de elementos que actualmente admite hasta 350.000 suscriptores, y una ruta provista hacia más de un millón en el primer semestre del 2000. Entre las características avanzadas se incluyen el acceso a nodos dentro y fuera de banda, interfaces de aplicaciones CORBA con sistemas NMS de capas superiores para el aprovisionamiento de servicios de flujo, y vistas de dominios de red a nivel de servicio. Todas estas características avanzadas se combinan para crear una solución de administración de redes a gran escala capaz de admitir cientos de miles y, en último término, millones de líneas de suscriptores.
- **Compatible con los estándares:** Cisco 6130 se adecua completamente a UL1950, UL 1459, FCC parte 15, Bellcore GR-1089-CORE y Bellcore GR-63-CORE, tal como exige la instalación en oficinas centrales o en varias ubicaciones. También es compatible con los estándares ATM, ANSI e ITU.
- **Interoperatividad:** Cisco 6130 ofrece capacidades de servicios y conectividad interoperativas y basadas en los estándares, incluyendo ITU G992.1 (G.dmt) y G992.2 (G.lite), ANSI T1.413 Punto 2, PPP sobre ATM y la integración con la arquitectura de servicios Cisco ADSL de extremo a extremo.

Figura 2 Tarjeta de línea DMT de dos puertos y tarjeta de línea SDSL de cuatro puertos del Cisco 6130

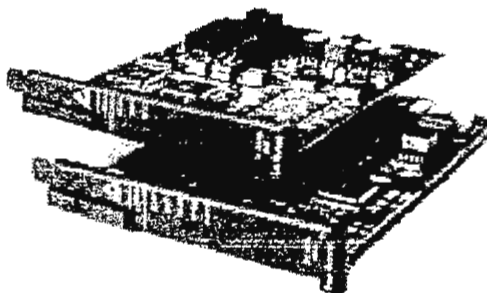


Tabla 1 Especificaciones técnicas del modelo Cisco 6130

Descripción	Especificación
Dimensiones del chasis del multiplexador (Al x An x Pr)	15,75 x 23 x 12 pulgadas (40 x 58,4 x 30,4 cm.)
Peso	30,65 libras (chasis vacío), 60,85 libras (totalmente configurado)
Dimensiones del chasis del divisor del servicio telefónico convencional (Al x An x Pr)	7 x 23 x 12 pulgadas (17,7 x 58,4 x 30,4 cm.)
Peso	15,55 libras (7,05 kg.) (chasis vacío), 33,8 libras (15,33 kg.) (totalmente configurado)
Tarjetas comunes NI-1	<p>Interfaces</p> <ul style="list-style-type: none"> • Opciones OC-3 SM, OC-3 MM y DS3 NI-1 • NI-1 admite el tejido de conmutación y las características ATM, así como la instalación de interfaces de red <p>Características de ATM</p> <ul style="list-style-type: none"> • UBR • PVC • iLMI • IISP <p>Controlador del sistema</p> <ul style="list-style-type: none"> • Proporciona control del funcionamiento de todo el sistema, de las actualizaciones de software y de la interacción del sistema de gestión <p>Sistema de gestión</p> <ul style="list-style-type: none"> • ViewRunner for HP Openview • Cisco DSL Manager (planificado) <p>Operaciones (opcional)</p> <ul style="list-style-type: none"> • DS3 de dos puertos
Tarjetas comunes NI-2	<p>Interfaces</p> <ul style="list-style-type: none"> • Una interfaz STM-1/OC-3 WAN, una interfaz de operaciones STM-1/OC-3 <ul style="list-style-type: none"> – Fibra SC Dual – Monomodo de alcance intermedio y multimodo • Una interfaz DS-3 WAN, 2 interfaces de operaciones DS-3

Descripción	Especificación
	<p>Características ATM</p> <ul style="list-style-type: none"> UNI 3,1/4,0 UBR, ABR, VBR-nrt, CBR PVC, SPVC y SVC 512.000 VC, 256 VP (32 conformados) ILMI IISP/PNNI Formación del tráfico de salida Normas de tráfico (control de parámetros de uso) por ITU-TI.371 y la especificación ATM Forum UNI <p>Sistema de gestión</p> <ul style="list-style-type: none"> Cisco DSL Manager (CDM) <p>Otros</p> <ul style="list-style-type: none"> Procesador MIPS que ejecuta Cisco IOS 12.0(5) DA y SNMP V2 Interfaces de gestión <ul style="list-style-type: none"> En banda: ATM VC Fuera de banda: Ethernet 10BaseT Consola RS-232 (RJ48) Auxiliar RS-232 (RJ48) Interfaz de temporización externa (BITS)
Opciones de la interfaz DSL	<ul style="list-style-type: none"> ADSL de dos y cuatro puertos <ul style="list-style-type: none"> ANSI T1.413 punto 2 (ADSL sobre POTS) ITU G.992.1 (G.dmt) ITU G.992.2 (G.lite) ITU G.994.1 (G.hs) SDSL de cuatro puertos (2B1Q)
Velocidad de datos	<p>SDSL (2B1Q)</p> <ul style="list-style-type: none"> Rango de velocidades: Simétrico de 144 kbps a 1.168 Kbps Incrementos: 1.168, 1.040, 784, 528, 400, 272 y 144 kbps <p>ADSL ANSI T1.413 punto 2</p> <ul style="list-style-type: none"> Gama de velocidades de flujo descendente: de 32 a 8032 kbps Gama de velocidades de flujo ascendente: de 32 a 864 kbps Incrementos: 32 Kbps

Descripción	Especificación
	<p>ADSL ITU G.992.1 (G.dmt)</p> <ul style="list-style-type: none"> Gama de velocidades de flujo descendente: de 32 a 8032 kbps Gama de velocidades de flujo ascendente: de 32 a 864 kbps Incrementos: 32 Kbps <p>ADSL ITU G.992.2 (G.lite)</p> <ul style="list-style-type: none"> Gama de velocidades de flujo descendente: Entre 32 Kbps y 1536 kbps Gama de velocidades de flujo ascendente: Entre 32 Kbps y 512 kbps Incrementos: 32 Kbps
Acceso a la gestión	<ul style="list-style-type: none"> Interfaz serie DB-9 para el descubrimiento de alarmas craft Ethernet RJ-45 Gestión en banda ATM
Contactos de alarma externos	<ul style="list-style-type: none"> Contactos críticos, principales y secundarios de alarmas de desbordamientos de los cables para la alarma visual, audible y E2A de la bandeja de ventiladores.
Tensión de entrada	<ul style="list-style-type: none"> Alimentaciones dobles A+B -48VDC, 20A fusibles de 50 A recomendados para ADSL de cuatro puertos, 10 A para ADSL de dos puertos, 10 A para ADSL de cuatro puertos
Temperatura de actividad	<ul style="list-style-type: none"> de 5 a 40 C (en funcionamiento) de -5 a 50 C (funcionamiento a corto plazo)
Altitud	<ul style="list-style-type: none"> de -60 a 3.200 m.
Humedad relativa	<ul style="list-style-type: none"> de 5 a 90% (sin condensación)
Enfriamiento	<ul style="list-style-type: none"> Opciones de enfriamiento por convección y aire forzado
Certificaciones	<ul style="list-style-type: none"> UL 1950 UL 1459 FCC Parte 15 Bellcore GR-1089-CORE Bellcore GR-63-CORE (NEBS nivel 3)



Oficinas centrales de la empresa
Cisco Systems, Inc.
170 West Tasman Drive
San José, CA 95134-1706
EE.UU.
http://www.cisco.com
Tel: 408 526-4000
800 553-NETS (6387)
Fax: 408.526-4100

Oficinas centrales en Europa
Cisco Systems Europe s.a.r.l.
Parc Evolic, Batiment L1/L2
16 Avenue du Quebec
Villebon, BP 706
91961 Courtaboeuf Cedex
Francia
http://www-europe.cisco.com
Tel: 33 1 69 18 61 00
Fax: 33 1 69 28 83 26

Oficinas centrales de América
Cisco Systems, Inc.
170 West Tasman Drive
San José, CA 95134-1706
EE.UU.
http://www.cisco.com
Tel: 408 526-7660
Fax: 408 527-0883

Oficinas centrales de Asia
Nihon Cisco Systems K.K.
Fuji Building, planta 9
3-2-3 Marunouchi
Chiyoda-ku, Tokio 100
Japón
http://www.cisco.com
Tel: 8: 3 5219 6250
Fax: 8: 3 5219 6001

Cisco Systems tiene más de 200 oficinas en los siguientes países. Las direcciones, números de teléfono y de fax pueden encontrarse en el sitio Web Cisco Connection Online: <http://www.cisco.com/offices>.

Alemania • Arabia Saudí • Argentina • Australia • Austria • Bélgica • Brasil • Canadá • Chile • China • Colombia • Corea • Costa Rica • Croacia • Dinamarca • Dubai, EAU • Eslovaquia • Eslovenia • España • Estados Unidos • Filipinas • Finlandia • Francia • Grecia • Holanda • Hong Kong • Hungría • India • Indonesia • Irlanda • Israel • Italia • Japón • Luxemburgo • Malasia • México • Noruega • Nueva Zelanda • Perú • Polonia • Portugal • Puerto Rico • República Checa • Reino Unido • Rumania • Rusia • Singapur • Sudáfrica • Suecia • Suiza • Tailandia • Taiwan • Turquía • Ucrania • Venezuela

Router ADSL para teletrabajadores y oficinas pequeñas/oficinas en casa Cisco 677

EL ROUTER ASYMMETRIC DIGITAL LINE SUBSCRIBER (ADSL) PARA TELETRABAJADORES Y OFICINAS PEQUEÑAS/OFICINAS EN CASA CISCO 677 SE HA DISEÑADO PARA OFRECER SERVICIOS RENTABLES DE ALTA VELOCIDAD A OFICINAS PEQUEÑAS Y TELETRABAJADORES. CUENTA CON UN DISEÑO COMPACTO Y SE PERfila COMO UNA SOLUCIÓN DE BAJO COSTE, SIN DIVISORES Y NO DESMONTABLE. FORMA PARTE DE LA ARQUITECTURA LÍDER DE CISCO QUE OFRECE UNA RUTA HACIA SERVICIOS TOTALMENTE NOVEDOSOS. EL ROUTER CISCO 677 PROPORCIONA ACCESO SEGURO A SERVICIOS CORPORATIVOS E INTERNET Y DE ALTA VELOCIDAD A TRAVÉS DE UN SÓLIDO ENRUTAMIENTO, UN BRIDGING TRANSPARENTE Y UN CONJUNTO DE CARACTERÍSTICAS PPP/ATM.

Descripción general del router Cisco 677

El router Cisco 677 proporciona una interfaz 10/100BaseT para conexiones con una LAN de oficinas pequeñas o con un único PC equipado con Ethernet. Este router admite un conjunto de características de enrutamiento sólidas para así poder integrarse perfectamente con el servicio ADSL en LAN y WAN tanto corporativas como domésticas. Un servidor Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) integrado asigna automáticamente direcciones IP a los PC de la LAN y con la Port Address Translation (PAT) estos PC pueden compartir una sola dirección IP. Además, con la tecnología no desmontable EZ-DSL de Cisco, no es necesario disponer de separadores de la señal telefónica básica en las instalaciones.

Características

Interfaces físicas

- Interfaz DSL que se adapta a la velocidad (Discrete Multi-Tone [DMT] punto 2), con velocidades máximas de recepción de datos de hasta 8.024 Kbps y velocidades de transmisión de datos de hasta 864 Kbps
- Futura compatibilidad con el funcionamiento de g.lite a través de descarga de software, con una velocidad máxima de 1.536 Kbps en la recepción de datos y velocidades máximas de 512 Kbps en la transmisión de datos
- La conexión física ADSL admite la encapsulación de la capa de adaptación ATM 5 (AAL5)
- Admite latencia dual Fast e Interleaved
- Codificación Trellis y alineación extensa de bits/bytes ATM
- Interfaz Ethernet 10BaseT o 100BaseTX con negociación automática
- Inicialización/configuración local a través del puerto serie RJ-45

- LED de estado que indican encendido/alarma, conectividad y actividad ADSL y Ethernet
- Utiliza la tecnología EZ-DSL de Cisco para proporcionar las máximas velocidades RADSL sin desmontables en la instalación
- Totalmente compatible con los concentradores DSLAM avanzados de las series Cisco 6100 y 6200

Admite enrutamiento y conexiones en puente

- Enrutamiento de IP (PPP sobre ATM y RFC 1483)
- Admite PPP no encapsulado sobre AAL5
- Admite traducción de dirección de puerto (Port Address Translation, PAT) para la conservación de las direcciones IP registradas
- Compatible con el servidor y cliente Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) para la asignación de direcciones IP dinámicas
- Admite Relay Agent DHCP
- Opcionalmente, admite la asignación de direcciones IP y máscaras de red a través de IP Control Protocol (IPCP)
- Admite varias direcciones IP en la interfaz Ethernet
- Admite proxy multidifusión (proxy IGMP) para poder utilizar aplicaciones de vídeo
- Admite conexiones en puente transparentes (RFC 1483)
- Admite puentes gestionados para la configuración y administración remota

Configuración, administración y seguridad

- Administración remota mediante una interfaz Telnet o un navegador HTML
- Admite Trivial File Transfer Protocol (TFTP) para realizar las actualizaciones del software y descargas/cargas de configuraciones



- Interfaz gráfica de usuario basado en usuarios Cisco Commander para conectar y supervisar el enlace DSL
- Admite RADIUS y SYSLOG para la supervisión remota del estado
- Compatible con Simple Network Management Protocol (SNMP) y Management Information Base (MIB)
- Protocolo de autenticación de usuarios PPP (PAP)
- Protección multinivel mediante contraseña

Ilustración 1 Router ADSL para teletrabajadores y oficinas pequeñas/oficinas en casa Cisco 677



Opciones

- Divisor del servicio telefónico básico: Un divisor pasivo opcional proporciona simultáneamente servicios de voz analógica y datos de alta velocidad sobre una sola línea telefónica de par trenzado
- Microfiltros EZ-DSL en línea y montados en la pared para instalaciones sin divisores

Especificaciones de hardware del router Cisco 677

Dimensiones	5 x 6,2 x 1,75 pulgadas (12,7 x 15,7 x 4,5 cm.)
Peso	1,5 libras
Fuente de alimentación	110-240 VCA
Interfaz LAN	Conector RJ-45 semiduplex, Ethernet 10BaseT/100BaseT
Interfaz ADSL	Codificación ADSL DMT: ANSI T1.413 Punto 2 (DMT de velocidad completa sobre POTS analógico) G.992.1 Anexo A (DMT de velocidad completa a través de POTS analógico) G.992.2 Anexo A (G.lite) Conector RJ-11
Velocidad de datos	DMT de velocidad completa (g.dmt) ADSL <ul style="list-style-type: none"> • Gama de velocidad de flujo descendente: Entre 32 Kbps y 8.032 Kbps • Gama de velocidad de flujo ascendente: Entre 32 Kbps y 864 Kbps • Incrementos: 32 Kbps ADSL G.lite (futuro) <ul style="list-style-type: none"> • Gama de velocidad de flujo descendente: Entre 32 Kbps y 1.536 Kbps • Gama de velocidad de flujo ascendente: Entre 32 Kbps y 512 Kbps • Incrementos: 32 Kbps
Interfaz serie local	RJ-45
Actualización de software	Por medio de Flash ROM integrada
Requisitos de alimentación	5 V CA @ 1 amperios
Requisitos de funcionamiento	Temperatura: de 32 a 104 F (de 0 a 40 C) Humedad: de 5 a 90% (sin condensación)
Normas de regulación aprobadas y homologaciones	FCC parte 15, sub-parte B, 1997; CSA estándar C108.8 (1993); VCCI, 1995; AS/NZS 3548: 1995; EN55022: 1994/CISPR 22: 1993; EN50081-1: 1997; CNS 13438; UL 1950 3ª edición; CSA C22.2, Núm. 950; VCE por EN60950/IEC950 enmienda 4; certificación de la CE sobre emisiones electromagnéticas y seguridad
Indicadores LED	Indicador de LAN: conexión y actividad Indicador ADSL: conexión y actividad Indicador de energía

Especificaciones de software

Opciones de software

- G.lite (futuro)
- DMT a velocidad completa
- Monousuario
- Multiusuario

Conformidad con estándares

- ATM Forum UNI versión 3.1 PVC
- Especificación de nivel físico IEEE 802.3 y 802.3u 10BaseT y 100BaseTX

Admite enrutamiento y conexiones en puente

- Protocolo Point-to-Point Protocol (PPP) IETF RFC 2364
- Encapsulado IETF RFC 1483 en AAL5
- IP (RFC 791)
 - UDP (RFC 792)
 - ICMP (RFC 791)
 - ARP (RFC 826)
 - Actualización de las tablas de enrutamiento a RIP versión 1 y 2

- Enrutamiento estático
- Traducción de direcciones de puertos (Port Address Translation, PAT)
- Servidor y cliente DHCP (RFC 2131, RFC 2132)
- Relay Agent DHCP (RFC 1542)
- Bridging de aprendizaje transparente IEEE 802.1d

Gestión

- Seguridad y contabilidad RADIUS (RFC 2058, RFC 2059)
- Interfaz de navegador HTML
- Interfaz de línea de comandos
- Interfaz gráfica de usuario (GUI) Cisco Commander
- Telnet
- TFTP
- Admite MIB SNMP (MIB-II, MIB PPP, MIB de árbol de extensión, MIB de empresa)
- PAP
- Protección multinivel mediante contraseña

CISCO SYSTEMS



Oficinas centrales de la empresa

Cisco Systems, Inc.
170 West Tasman Drive
San José, CA 95134-1706
EE.UU.
<http://www.cisco.com>
Tel: 408 526-4000
800 553-NETS (6387)
Fax: 408 526-4100

Oficinas centrales en Europa

Cisco Systems Europe s.a.r.l.
Parc Evolic, Batiment L1/L2
16 Avenue du Quebec
Villebon, BP 706
91961 Courtaboeuf Cedex
Francia
<http://www-europe.cisco.com>
Tel: 33 1 69 18 61 00
Fax: 33 1 69 28 83 26

Oficinas centrales de América

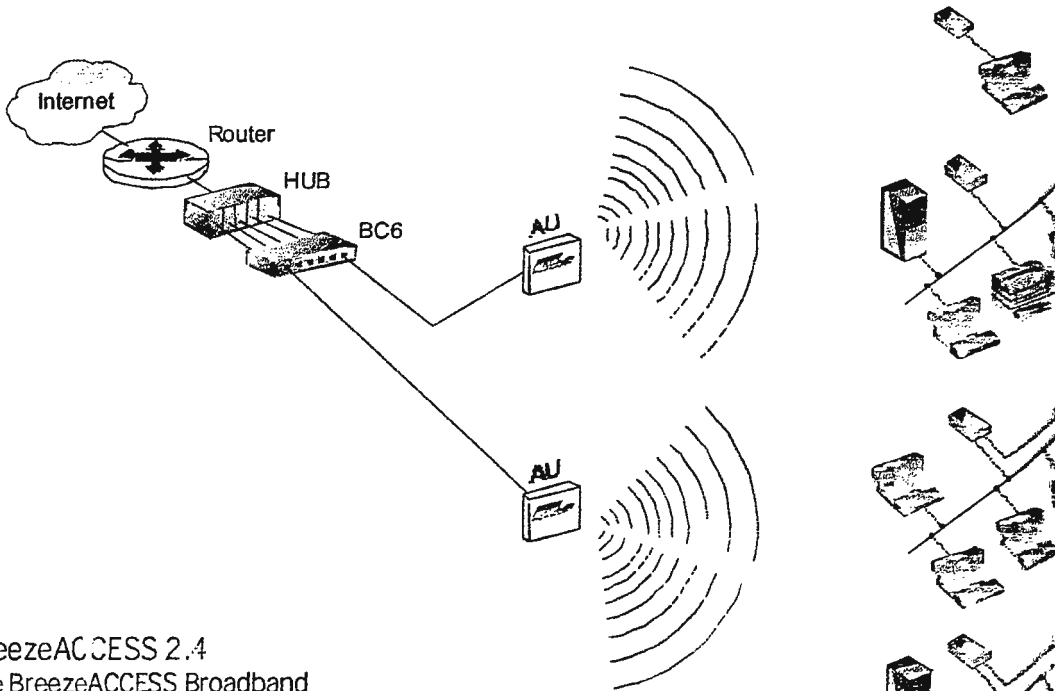
Cisco Systems, Inc.
170 West Tasman Drive
San José, CA 95134-1706
EE.UU.
<http://www.cisco.com>
Tel: 408 526-7660
Fax: 408 527-0883

Oficinas centrales de Asia

Nihon Cisco Systems K.K.
Fuji Building, planta 9
3-2-3 Marunouchi
Chiyoda-ku, Tokio 100
Japón
<http://www.cisco.com>
Tel: 81 3 5219 6250
Fax: 81 3 5219 6001

Cisco Systems tiene más de 200 oficinas en los siguientes países. Las direcciones, números de teléfono y de fax pueden encontrarse en el sitio Web Cisco Connection Online: <http://www.cisco.com/offices>.

Alemania • Arabia Saudí • Argentina • Australia • Austria • Bélgica • Brasil • Canadá • Chile • China • Colombia • Corea • Costa Rica • Croacia • Dinamarca • Dubai, EAU • Eslovaquia • Eslovenia • España • Estados Unidos • Filipinas • Finlandia • Francia • Grecia • Holanda • Hong Kong • Hungría • India • Indonesia • Irlanda • Israel • Italia • Japón • Luxemburgo • Malasia • México • Noruega • Nueva Zelanda • Perú • Polonia • Portugal • Puerto Rico • República Checa • Reino Unido • Rumania • Rusia • Singapur • Sudáfrica • Suecia • Suiza • Tailandia • Taiwán • Turquía • Ucrania • Venezuela



BreezeACCESS 2.4

The BreezeACCESS Broadband Wireless Access system operates in the license-free 2.4 GHz ISM band. The system is comprised of the following components:

Base Station Equipment

Access units provide all the functionality necessary to allow remote Subscriber Units to communicate over the wireless infrastructure with the base station. The following Access Unit series are available:

AU-O – outdoor, detached antenna. There are two available models in this series:

AU-O 48 – comprises an outdoor unit and allows for centralized control and synchronization of up to 6 outdoor AUs by the indoor Base Station Controller. (Fig. 1)

AU-O 110/220 – comprises an outdoor unit (Fig. 1) and an indoor interface unit (Fig. 2) and the units operate independently of each other.

AU-I – indoor, detached/integral antenna (Fig. 3). The AU-I units operate independently of each other.

The Base Station Controller (BC6) – (Fig. 4) synchronizes the hop timing of up to 6 Access Units for maximum spectrum utilization to achieve an aggregate rate of 18Mbps by using sectorial antennae to form a 6 sector cell. A maximal aggregate rate of 36Mbps can be achieved by daisy-chaining 2 BC6 controllers, forming a configuration of 2 collocated cells. The BC6 provides the interface between the Access Units and the Base Station LAN.

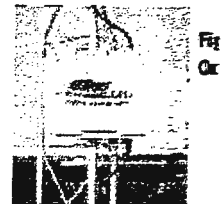


Fig. 1



Fig. 2

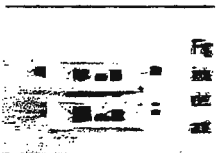


Fig. 4

BreezeACCESS™ 2.4

Broadband Wireless Access

Customer Site Equipment

The Subscriber Unit (SU) provides all the functionality necessary to connect workstation computers, various Ethernet equipment and regular telephones at the subscriber premises to the network.

The following Subscriber Unit series are available:

SU-I – Indoor, detached/integral antenna. (Fig. 5 & 6)

SU-O – Outdoor, detached antenna. Comprises an outdoor unit (Fig. 7) installed near the antenna and an indoor interface unit (Fig. 8) to which the computer/s and telephone connect.

SU-A – Outdoor, integral antenna. Comprises an outdoor unit integrated into an antenna (Fig. 9) and an indoor interface unit. (Fig. 8) to which the computer/s and telephone connect.

To support diverse needs of end-users, several models of Subscriber Units are available (for all series)

	Data only	Data and voice
Single Ethernet station support	1D	1D1V
Up to 8 LAN devices support	8D	8D1V
Full bridge functionality	BD	BD1V



Fig. 5: SU-I with Detached Antenna

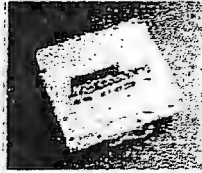


Fig. 7: SU-O Outdoor Unit



Fig. 8: Indoor Interface Unit Supports Data Only or Data and Voice

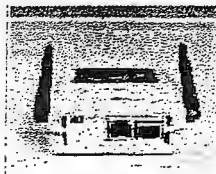


Fig. 6: SU-I with Integral Antenna

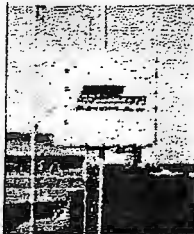
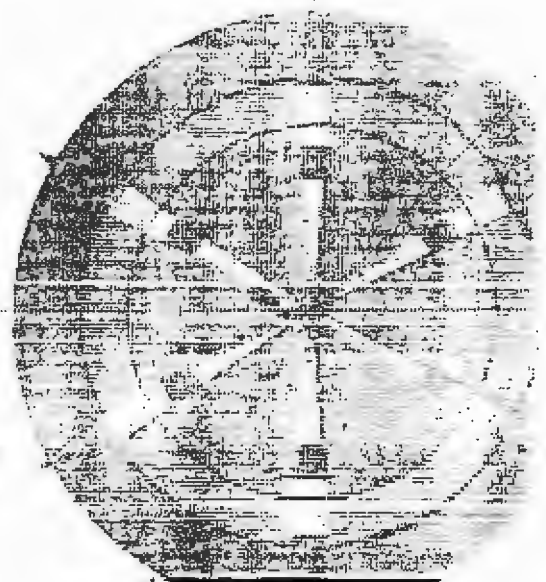


Fig. 9: SU-A Outdoor

BREEZE.com
Wireless Access Solutions



Specifications

Radio	2.4GHz ISM band		
Frequency	FHSS ISMA/CA		
Operation Access Method	Time Division Duplex		
Standards	FIS 300 32R, FCC Part 15		
Channel Bandwidth	1MHz		
Output Power (at antenna port)	SU-1/D, AU-1/D: 170mW (ECC) or 0dBm (FIS) SU-A/E, AU-A/E: 260mW (ERP) or 200mW (E.P.), Control Range 200m typical		
Antenna	SU-1, AU-1: rear 2dBi SU-A: 16dB, 20" AU-A: consult BreezeCOM		
Sensitivity (dBm at antenna port, BER 1E-10-G)	SU-1/D, AU-1/D	SU-A/E, AU-A/E	
	1Mbps	-80	-87
	2Mbps	-74	-81
	3Mbps	-86	-73
	3Mbps max Multilevel GFSK		
Data Rate			
Modulation			

Outdoor Unit to Indoor Unit Communication	
Inter-modulo Frequency (MHz)	440MHz
II Cable Impedance	50 ohm
Maximum II cable Attenuation	15dB
Maximum II cable DC Resistance	1.5 ohm

Voice Communication (TDMA)	
Protocol	G.323 Voice over IP compliant
Compression	G.723 6.3Kbps compression, G.711 64Kbps transparent
Echo Cancellation	G.168, G.131

Configuration and Management	
Local Management	Via COM port, Monitor program using terminal emulation
Remote Management	SNMP, Telnet, TFTP
Remote Management Access	From the wired LAN or from the wireless link
Accessing agents	MIB II, Bridge MIB, BreezeACCESS Private MIBs
Security	Radius compatible client in subscriber units
Software upgrades	Authentication, Filtering and Virtual LAN
	HTTP download

Interfaces	
RF (optional)	AU-1/D, SU-1/D: 2 x SMA jacks AU-RE, SU-RE: N-type Jack, lightning protected AU-RA/RE, SU-RA/RE outdoor units: TNC Jack, lightning protected SU-NI, AU-NI, BS-AU indoor units: TNC Jack, lightning protected Indoor units: 10BaseT, RJ 45 with 2 embedded LEDs RJ 11 (PODS)

IF	
Ethernet	
Telephone (DV series)	
Monitor	
Power	Indoor units: 3-pin low profile AU-RA/RE, SU-RA/RE outdoor units: 12VDC via the II cable SU-NI, AU-NI indoor units, SU-1/D, AU-1/D: DC power plug to the external power supply BS-PS (Power Supply module of BS-SH): 4-pin DC power plug to a -48VDC power source

Electrical	
SU-1/D xD (data only), AU-1/D	5VDC / 0.5A from the external power supply (supplied with the unit), 100-250 VAC, 47-63 Hz 12VDC / 2.5A from the external power supply (supplied with the unit), 100-240 VAC, 47-63 Hz -48VDC, 200W for a fully equipped shelf 25W each AU (outdoor unit plus indoor module)

Mechanical	
SU-1/D, AU-1/D (without antenna)	13cm x 6.6cm x 3cm, 0.5kg
SU-RA	30cm x 30 cm x 7.2 cm, 3 kg
AU-RE, SU-RE	30cm x 12 cm x 5 cm, 2.2 kg
SU-NI, AU-NI	13cm x 8.6cm x 3cm, 0.5kg
BS-SH	19", 3U, depth 28cm, 6 kg fully loaded

Environmental	
Operating Temperature	Indoor units and modules: 0 C to 40 C Outdoor units: -40 C to 60 C 5% to 95% non condensing (Outdoor units are weather protected)

Operating Humidity	
Performance (see also)	
EMC	EN 300-306, FCC Part 15 EN 60950, LA 1950 FIS 300 019
Safety	
Environmental	

International Corporate Headquarters
BreezeCOM Ltd
Phone: +972 3 845 6262
Fax: +972 3 845 6222
Email: sales@breezecom.co.il

North & South America Headquarters
BreezeCOM Inc
Phone: (866) 819 3700
Fax: (760) 517 3200
Email: sales@breezecom.com

BreezeCOM Worldwide Offices

U.K. & Ireland
Phone: +44 1635 817344
Fax: +44 1635 817533
Email: sales@breezecom.co.uk

Latin America & Caribbean
Phone: +598 2 712 3210
Fax: +598 2 712 3211
Email: sales@breezecom.com

France
Phone: +33 1 34 38 54 30
Fax: +33 1 34 38 54 39
Email: breezecom@breezecom.fr

China
Phone: +86 10 6515 8833/34
Fax: +86 10 6515 8835
Email: breezecom@breezecom.com

Asia Pacific
Phone: +852 2786 6050
Fax: +852 2310 0062
Email: sales@breezecom.com

BREEZECOM
Wireless Access Solutions



BreezeACCESS™ II

BreezeACCESS II is a high-performance system offering service providers a high-speed alternative to wired access networks.

BreezeACCESS II Subscriber Units and Base Station equipment utilize Frequency Hopping Spread Spectrum radios and operate in Time Division Duplex (TDD) mode in the 2.4GHz ISM band which is license-free in most countries.

ACCESS anywhere

BREEZECOM
Wireless Access Solutions

Customer Premise Equipment

The BreezeACCESS II family includes two lines of Subscriber Units with different architectures:

Miniature Indoor Units



The miniature indoor units, designed primarily for indoor installations, are comprised of a single desktop or wall-mountable unit.

- The SU-I products include two 2dBi integrated omnidirectional antennas.
- The SU-ID products have two RF connectors for detached diversity antennas.

Subscriber Units with an Outdoor Antenna & Radio Unit



These units are comprised of an indoor desktop or wall-mountable unit (SU-NI) and an outdoor unit.

- In the SU-A product line, the SU-RA outdoor unit contains a radio module and an integrated flat panel antenna.
- In the SU-E line, the SU-RE outdoor unit contains the radio module and an RF connector for a separate external antenna.

A coaxial cable connects the two units and serves for transmission of data as well as for transferring power, management and control signals from the indoor unit to the outdoor unit. SU-A and SU-E units are available either with 26dBm (HP-High Power) or 2dBm (LP-Low Power) output power at the antenna port.

The Subscriber Units provide a connection to the user's data equipment using a standard IEEE 802.3 Ethernet 10BaseT (RJ 45) interface. The data plus voice subscriber units support telephony services through a standard POTS (RJ 11) interface that connects to the user's telephone.

CPE products are available in data-only or data and voice configurations. The product names in the following table are for data-only products. Data and voice product names have a "IV" attached to the name, after the "D".

Product Type	Product Name	Product Description
Indoor Subscriber Unit	SU-I-ID-2.4	Integrated antenna - one data user
	SU-I-ID-2.4	Detached antenna
	SU-I-BD-2.4	Integrated antenna - 8 data users
	SU-I-D-ID-2.4	Detached antenna
	SU-I-0-BD-2.4	Integral antenna - Full bridge
Outdoor Subscriber Unit - Includes indoor unit and outdoor unit.	SU-I-0-BD-2.4	Detached antenna
	SU-A-ID-2.4	Integrated antenna - one data user
	SU-A-BD-2.4	Integral antenna - 8 data users
	SU-E-ID-2.4	Detached antenna
	SU-E-0-BD-2.4	Integral antenna - Full bridge

Base Station Equipment

BreezeACCESS II family includes a Base Station Unit and three types of Access Units with different architectures:

Miniature Indoor ACCESS Units

The miniature indoor units designed primarily for indoor installations are comprised of a single desktop or wall-mountable unit powered from the mains (100-250 VAC).

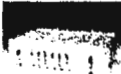
- The AU-I products include two 2dBi integrated omnidirectional antennas.
- The AU-ID products have two RF connectors for detached diversity antennas.



The connection to the network is established through a standard IEEE 802.3 Ethernet 10BaseT (RJ 45) interface.

Base Station Shelf with Access Unit Modules, Outdoor Antennas and Radio Units

The Base Station Unit (BS-SH) is a 19" shelf that can contain up to 7 (one redundant) BS-AU modules. The BS-AU Access Units can be synchronized with each other for optimal utilization of the available frequency spectrum.



The BS-SH shelf also contains one or two redundancy BS-PS power supply modules that are powered from a -48 VDC power source.

The AU-A-BS Access Unit product line is comprised of an indoor module (BS-AU) and an AU-RA outdoor unit, which contains a radio unit and an

The AU-E-BS Access Unit product line is comprised of an indoor module (BS-AU) and an AU-RE outdoor unit, which contains a radio module and an RF connector for a separate external antenna.

A coaxial cable connects the indoor module to the outdoor unit and serves for transmission of signals between the two units as well as for transferring power, management and control signals from the indoor module to the outdoor unit.



The AU-A-BS or AU-E-BS units are available with either 26dBm (HP-High Power) or 2dBm (LP-Low Power) output power at the antenna port. The connections to the network are established through standard IEEE 802.3 Ethernet 10BaseT (RJ 45) interfaces.

Product Type	Product Name	Product Description
Indoor Access Unit	AU-I-2.4	2 integrated antennas, no voice
Stand-alone Outdoor Access Unit	AU-I-D-2.4	Detached antenna
	AU-A-NI-2.4	Includes indoor unit, outdoor unit with integrated antenna
	AU-E-NI-2.4	Same as above, for detached antenna
Base Station Unit	BS-SH	Base station chassis with one power supply
Outdoor Access Unit - for use with Base Station	AU-A-BS-2.4	Includes base station module and outdoor unit with integrated antenna
	AU-E-BS-2.4	Same as above, for detached antenna
Power Supply	BS-PS	Base station power supply

Stand-Alone "Micro-

The AU-A-NI and AU-E-NI stand-alone units which connect to an outdoor unit (the same out AU-A-BS and AU-E-BS Access Unit), the AU-NI or wall-mountable unit. The AU-NI unit is powered (100-250 VAC).

- In the AU-A-NI product line, the unit contains a radio unit and a separate external antenna.
- In the AU-E-NI product line, the unit contains the radio module and a separate external antenna.

A coaxial cable connects the indoor unit and serves for transmission of signals as well as for transferring power, management and control signals from the indoor unit to the outdoor unit. The connection to the network is established through standard IEEE 802.3 Ethernet 10BaseT (RJ 45) interfaces.

