

**ANEXO D. ALTERNATIVAS DE ACCESO A INTERNET**

## TABLA DE CONTENIDO

<b>D. ALTERNATIVAS DE ACCESO A INTERNET</b>	<b>4</b>
<b>D.1 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL MODEM COMO HERRAMIENTA DE COMUNICACIONES DENTRO DE LA RTPSTT Y DE ACCESO A INETRNET</b>	<b>4</b>
D.1.1 NATURALEZA DE LA INFORMACIÓN	5
D.1.2 PROTOCOLO DE COMUNICACIONES	6
D.1.3. CONFORMACIÓN DE LA TRAMA	6
D.1.4 MODOS DE TRABAJO DE UN MODEM	8
D.1.5 MODOS DE OPERACIÓN DE UN MODEM	8
D.1.6 MODEM DE ALTA VELOCIDAD	9
D.1.7 INTERFAZ RS-232	9
D.1.7.1 CONEXIÓN RS232 ENTRE UN PC Y UN MODEM	10
<b>D.2 ESTANDARES DE MODULACIÓN UTILIZADOS POR EL MODEM</b>	<b>10</b>
D.2.1 ESTANDARES DE CONTROL DE ERRORES	12
<b>D.3 ALTERNATIVAS DE ACCESO A INTERNET</b>	<b>12</b>
D.3.1 SOLUCIONES PARA PAR TRENZADO	13
D. 3.1.1 Soluciones para Par Trenzado Remoto	15
D.3.1.1.1 Fibra Optica y Cable Coaxial	16
D.3.2 INALÁMBRICO	18
D.3.2.1 Celular	18
D.3.2.2 Transmisión Terrestre	19
D.3.2.3 Trasmisión Satelital	19
D.3.3 TODO EN FIBRA PON	19
D.3.4 SONET	20

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. PAR TRENZADO REMOTO .....	16
FIGURA 2. SISTEMAS HFC .....	17
FIGURA 3. CABLE COAXIAL Y FIBRA .....	18
FIGURA 4. CONEXIÓN SONET/SDH DE UN NODO DE SERVICIO A UN NEGOCIO .....	21

## LISTA DE TABLAS

TABLA C.1. ESTÁNDARES DE MODULACIÓN .....	10
---	----

## ANEXO D

### D. ALTERNATIVAS DE ACCESO A INTERNET

#### D.1 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL MODEM COMO HERRAMIENTA DE COMUNICACIONES DENTRO DE LA RTPSTT Y DE ACCESO A INETRNET

El módem es un dispositivo que sirve para conectar dos ordenadores o PC remotos utilizando la línea telefónica de tal forma que puedan intercambiar información entre sí. El módem es uno de los métodos más extendidos para la conexión de ordenadores debido a su sencillez y bajo costo.

Para poder realizar la comunicación remota es necesario utilizar un sistema teleinformático el cual está constituido por equipos informáticos (computadoras y terminales) para recibir, procesar, visualizar y enviar los datos; y la red de telecomunicaciones que es el soporte para la comunicación con medios de transmisión y circuitos apropiados que en este caso es la red telefónica.

La comunicación entre dos computadores se logra mediante la utilización de las redes telefónicas y los módems. El módem puede localizarse en el interior del PC o ser externo al mismo. Su función es permitir conectar un computador a una línea telefónica, para recibir o transmitir información.

En relación con la línea telefónica, el módem además de recibir/transmitir información, también se encarga de esperar el tono, discar, colgar, atender llamadas que le hace otro módem, etc.

Respecto del computador al cual esta conectado, recibe e interpreta comandos de este (discar, colgar, etc.).

Cuando un módem transmite, debe ajustar su velocidad de transmisión de datos, tipo de modulación, corrección de errores y de compresión. Ambos módems deben operar con el mismo estándar de comunicación.

Dos módems pueden intercambiar información en forma "full dúplex". Esto es, mientras el primero transmite y el segundo recibe, este último también puede transmitir y el primero recibir. Así se gana tiempo, dado que un módem no debe esperar al otro a que termine, para poder transmitir, como sucede en "half dúplex".

El módem que llama, o sea el que origina la comunicación se designa "originate" o "local", y el módem que contesta, responde, es el "answer" o "remoto".

Un módem puede contener en su interior dos circuitos generadores de dos frecuencias (tonos) distintas, para enviar ceros y unos, en correspondencia con los que necesite enviar por vía telefónica.

Cuando un módem transmite tonos se dice que modula o convierte la señal digital binaria proveniente de un computador en dichos tonos que representan o portan bits.

Del mismo modo que el oído de la persona que en el extremo de la línea puede reconocer la diferencia de frecuencia entre los tonos del 0 y 1, otro módem en su lugar también detecta cual de las dos frecuencias está generando el otro módem, y las convierte en los niveles de tensión correspondiente al 0 y al 1. Esta acción del módem de convertir tonos en señales digitales, o sea de detectar los ceros y unos que cada tono representa, se llama demodulación.

El tipo de modulación ejemplificada, con una frecuencia para el uno y otra para el cero, sólo permite transmitir hasta 600 bits por segundo.

Para que dos módems puedan comunicarse, además de otras cosas tienen que tener la misma técnica de modulación en los dos extremos de la línea, sólo de esta manera se puede garantizar que el transporte de la información sea óptimo.

### *D.1. INATURALEZA DE LA INFORMACIÓN*

La información que maneja un ordenador o PC es digital, sin embargo por las limitaciones físicas de la línea de transmisión no es posible enviar información digital a través de un circuito telefónico.

Para poder utilizar las líneas telefónicas y en general cualquier línea de transmisión para el envío de información entre ordenadores digitales, es necesario un proceso de transformación de la información. Que se conoce con el nombre de modulación-demodulación y que es realizada por el módem.

#### D.1.2 PROTOCOLO DE COMUNICACIONES

En la comunicación módem-módem se deben cumplir una secuencia de acciones y señales:

1. El módem local realiza una acción semejante a levantar el auricular del teléfono, y después disca el número telefónico de módem remoto.
2. El módem remoto lleva a cabo una acción equivalente a levantar el auricular y emite un tono o una serie de tonos que indican que ha respondido a la llamada, y que se puede comunicar a una velocidad ( bps ) y modulación ( ambas normalizadas).
3. El módem local responde a la serie de tonos y negocia con el módem remoto la mayor velocidad posible.

Un módem debe ajustarse a dos protocolos:

- Protocolo RS.232C
- Protocolo estándar como los de la serie V del CCITT.

#### *D.1.3. CONFORMACIÓN DE LA TRAMA*

Los datos que maneja un módem están organizados en bytes separables.

En la transmisión asincrónica los datos se envían como bytes independientes, separados, pudiendo mediar un tiempo cualquiera  $t$  entre un byte y el siguiente. Es el modo de transmisión corriente vía

módem usado en las PC, siendo en general el empleado por su sencillez para bajas velocidades de transmisión de datos.

Supongamos que se envía X dato de 8 bits, los 8 bits se envían en orden inverso al indicado. Aparecen los bit de control "start" (siempre 0) que indica comienzo de carácter, y "stop"(siempre 1) de final del byte enviado. En total son 10 bits (rendimiento del 80%). Para poder distinguir un bit del siguiente cada bit debe durar igual tiempo T.

Para tal fin sirve el bit de start, que permite sensar en momentos adecuados (en sincronismo) el valor de los bits siguientes hasta el "stop".

En la transmisión sincrónica se envía un paquete de bytes sin separación entre ellos, ni bits de start y stop (aunque existen bytes de comienzo y final). Así es factible enviar más bytes por segundo.

#### *Bit de paridad:*

Supongamos que el PC que transmite envía A=01000001, pero por un ruido en la línea telefónica mientras el módem transmitía, se recibe 01000010, el código recibido será el de la letra C, sin que se pueda notar el error. Dado que ASCII básicamente se codifica en 7 bits, se puede usar el bit restante para detectar si se ha producido un solo error por inversión como el ejemplificado. Entre dos computadores que se comunican, se adopta la convención de que en cada carácter emitido o recibido debe haber un número par de unos. El computador que está enviando, da valor al bit restante citado, de modo que se cumpla dicha paridad. El computador que recibe debe verificar que cada carácter que le llega tenga la paridad convenida. Caso contrario pedirá su retransmisión pues implica que un bit llegó errado.

La paridad sirve para detectar si uno de los bits recibidos cambio de valor, que es la mayor probabilidad de errores en transmisión telefónica. Si los bits errados son dos, la paridad par seguirá, y no hay forma de detectar un carácter mal recibido, pues este método supone solo un bit errado. Cuando se usa 8 bits sin paridad ("Null Parity"), con un bit de stop, se indica 8N1, que es la forma usual de comunicación entre dos PC.

Si como en el ejemplo dado, son 7 bits, con paridad par ("Even Parity") y un bit de stop, se indica 7E1.

Para el control del envío de archivos de programas existen los protocolos de archivo en los programas Xmodem, Zmodem y otros.

Estos programas dividen al archivo por enviar en bloques de igual tamaño, que se envían (byte a byte con paridad nula) con el agregado de un número que es el resultado de un cálculo polinomial sobre los bits de cada bloque. En el receptor sobre cada bloque recibido se realiza al mismo cálculo. Si se obtiene el mismo número agregado se envía un simple OK. De no recibirlo, se vuelve a transmitir el bloque.

#### *D.1.4 MODOS DE TRABAJO DE UN MODEM*

Los módem pueden trabajar en diferentes modos:

- *Modo normal*, que se emplea para la comunicación con cualquier otro módem. Este modo de operación es asíncrono y la velocidad de módem y terminal pueden ser diferentes.
- *Modo directo*: permite la compatibilidad con módems que modulan bit a bit; para ello módem y terminal deben funcionar a la misma velocidad. Directamente cada bit que pasa el terminal es modulado y puesto en la línea.
- *fiable*: este modo de operación se emplea cuando los módem incorporan técnicas de corrección de errores y de compresión de la información con el objetivo de aumentar la velocidad de transmisión.
- *Modo auto fiable*: los módem que incorporan este modo de trabajo intentarán siempre comunicarse de modo fiable, pero si no pueden hacerlo automáticamente conmutarán al modo normal o al directo.

#### *D.1.5 MODOS DE OPERACIÓN DE UN MODEM*

El módem tiene dos modos de funcionamiento:



El módem se encuentra en estado de comandos cuando responde a los comandos que envía el ordenador. En este modo es posible hacer configuraciones del módem y las operaciones de marcado y conexión.

Cuando el módem se conecta con otro módem pasa al modo en línea. En este modo cualquier información que reciba del ordenador será enviada al módem distante. En este modo el módem no procesa información y simplemente transmite a través de la línea de comunicación.

Las líneas telefónicas para señales analógicas tienen un ancho de banda comprendido entre 300 y 3300 Hz. Estas líneas no fueron pensadas para transmitir datos. La velocidad de 33600 bps de los módem actuales constituye un techo difícil de superar. Los 3000 Hz citados limitan la velocidad de transmisión.

#### *D.1.6 MODEM DE ALTA VELOCIDAD*

Las líneas telefónicas para señales analógicas tienen un ancho de banda comprendido entre 300 y 3300 Hz. Estas líneas no fueron pensadas para transmitir datos. La velocidad de 33600 bps de los módem actuales constituye un techo difícil de superar. Los 3000 Hz citados limitan la velocidad de transmisión.

Los denominados módem de 56 Kbps pueden transmitir información analógica o digital. Así permiten recibir datos a 56 Kbps desde Internet pero solo pueden enviar a 28800 bps. Para el resto de las aplicaciones que no sean Internet o BBS el módem funciona a 28800bps. Debe también mencionarse que los citados 56Kbps son un límite que sólo se alcanza en determinado estado óptimo de las líneas.

#### *D.1.7 INTERFAZ RS-232*

Para que los equipos computacionales y los módems de diferentes fabricantes puedan interconectarse de manera universal la norma americana RS-232C especifica características

mecánicas, funcionales y eléctricas que deben cumplirse en la interconexión de un computador y un módem.

#### *D.1.7.1 CONEXIÓN RS232 ENTRE UN PC Y UN MODEM*

El módem se conecta al ordenador a través de un puerto de comunicaciones del primero. Estos puertos siguen comúnmente la norma RS-232. A través del cable RS232 conectado entre el ordenador y el módem estos se comunican. Hay varios circuitos independientes en la interfaz RS232. Dos de estos circuitos, el de transmitir datos (TD) y el de recibir datos (RD) forman la conexión de datos entre el PC y el Módem. Hay otros circuitos en el interfaz que permiten leer y controlar estos circuitos.

## **D.2 ESTANDARES DE MODULACIÓN UTILIZADOS POR EL MODEM**

Dos módems para comunicarse necesitan emplear la misma técnica de modulación.

La mayoría de los módems son full-duplex , lo cual significa que pueden transferir datos en ambas direcciones. Existen otros módems que son half-duplex es decir que pueden transmitir en una sola dirección al mismo tiempo. Algunos estándares permiten operaciones asíncronas y otros asíncronas y síncronas con el mismo módem.

Los estándares de modulación más frecuentes son:

**Tabla C.1. Estándares de modulación.**

Estádar	Características
Bell 103	Especificación del sistema Bell para un módem de 300 baudios, asíncrono y full-duplex.
Bell 201	Especificación del sistema Bell para un módem de 2400 BPS, síncrono y full-duplex.

Bell 212	Especificación del sistema Bell para un módem de 2400 BPS, asíncrono y full-duplex.
v.22 bis	Módem de 2400 BPS, síncrono/asíncrono y full-duplex.
v.29	Modem 4800/7200/9600 BPS, síncrono y full-duplex.
v.32	Modem 4800/9600 BPS, síncrono/asíncrono y full-duplex.
v.32 bis	Módem 4800/7200/9600/12000/14400 BPS, síncrono/asíncrono y full-duplex
Hayes	Módem de 4800/9600 BPS síncrono/asíncrono y half-duplex.
Express	Solo compatibles consigo mismos aunque los más modernos soportan V.32 bis.
URS-HST	Módem de USRobotics de 9600/14400 BPS, solo compatibles consigo mismo aunque los más modernos soportan v32. y v32 bis.
Vfast	Es una recomendación de la industria de fabricantes de módem. Permite velocidades de transferencia de hasta 28.000 BPS.
V34	Estándar del CCITT para comunicaciones de módem con velocidades de hasta 28.800 BPS.

### *D.2.1 ESTANDARES DE CONTROL DE ERRORES*

El problema del ruido puede causar pérdidas importantes de información en un módem a altas velocidades, para ello existen diversas técnicas para el control de errores.

Cuando se detecta un ruido en un módem con control de errores, todo lo que se aprecia es una breve inactividad o pausa en el enlace de comunicaciones, mientras que si el módem no tiene control de errores lo que ocurre ante un ruido es la posible aparición en pantalla de caracteres “basura” o si se está transfiriendo un fichero en ese momento, esa parte del fichero tendría que ser retransmitida.

En algunos casos el método de control de errores está ligado a la técnica de modulación:

- Módem Hayes V-serie emplea modulación Hayes Express y un esquema de control de errores llamado Link Access Procedure- Módem (LAP-M).
- Módem US Robotics con protocolo HTS emplea una modulación y control de errores propios de US Robotics.

Existen otras técnicas de control de errores bastante importantes:

- Microcom Network Protocol (MNP-1,2,3,4)
- Norma v.42 ( procedente del CCITT e incluye el MNP-4)
- Norma MNP-10 corrección de errores recomendada para comunicaciones a través de enlaces móviles.

### **D.3 ALTERNATIVAS DE ACCESO A INTERNET**

Ya que la RTPSTT se basará fundamentalmente en Internet, es necesario estudiar las diversas alternativas de acceso a esta red; esto permitirá determinar con que tipos de acceso se cuenta, las

ventajas y desventajas y características relevantes como son la velocidad de conexión y el ancho de banda disponible para la transmisión de datos.

Actualmente, un usuario que desee conectarse a Internet lo puede hacer de diversas maneras. Para el caso de la RTPSTT la red Internet es la base para prestar los servicios de salud. Por ello, es importante estudiar las múltiples formas en las que un usuario puede conectarse a Internet y a través de esta red a los servicios de la red en cuestión.

Se tienen cuatro alternativas de acceso:

- Par trenzado.
- Fibra óptica o coaxial.
- Inalámbricas.
- Todo en fibra

#### *D.3.1 Soluciones para par trenzado*

El par trenzado es el medio más usado actualmente en las líneas telefónicas para obtener un acceso a Internet; para este tipo de acceso además del ISP se requiere de un módem y una línea telefónica.

Los módem más usados son los módem de datos en la banda de voz o VBD, los cuales operan en la banda de frecuencias de voz dentro de un par trenzado y las técnicas de modulación FSK o QAM. Las velocidades de transferencia de información son de 14,4 Kbps, 28,8 Kbps y 33,6 Kbps.

También es posible utilizar una línea digital de abonado (RDSI), en donde se dispone de dos canales denominados A y B; la tasa de transferencia es de 144 Kbps, equivalente a 2 canales B de 64 Kbps y un canal D de 16 Kbps.

Las tecnologías xDSL (Digital Subscriber Line) forman parte de las diferentes alternativas de acceso, este esquema permite mezclar datos, voz y video sobre pares de cobre. Existen diferentes tipos de DSL cada uno de los cuales es adecuado para aplicaciones diferentes. Todas las opciones DSL corren en las líneas telefónicas existentes y los puntos más importantes a considerar son los compromisos entre la distancia y la velocidad, así como las diferencias de simetría para el tráfico de subida y bajada.

- ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line): La asimetría se refiere al hecho de que se permite más ancho de banda en el enlace de bajada (de la central al sitio del cliente) que en el enlace de subida (desde el cliente), ADSL soporta velocidades de 1.5 a 8 Mbps. dependiendo de la calidad de la línea, la distancia y el calibre de cable. El rango del enlace de subida va de 16 a 640 Kbps.

Se tienen dos estándares manejados por ADSL:

ADSL – 1: con velocidad descendente de 1,5 a 2 Mbps y velocidad ascendente de 16 a 64 Kbps.

ADSL – 3: velocidad descendente de 6,144 Mbps y un canal bidireccional superior a los 640 Kbps.

A diferencia de los módem VBD (Módem en la banda de voz) que son compatibles punto a punto, usuario a usuario, los ADSL solamente operan sobre terminales de usuario de los proveedores de la red.

- VDSL Very High Speed Digital Subscriber Line: la cual transmite datos a alta velocidad sobre distancias cortas de pares trenzados de líneas de cobre con un rango de velocidad que depende de la longitud de la línea. La máxima rata de transmisión de la red al cliente está entre 51 y 55 Mbps sobre líneas de 300 metros de longitud. Las velocidades del cliente a la red son similares a las obtenidas con *ADSL*, desde 1,6 a 2,3 Mbps.

- RADSLS (Rate Adaptive Digital Subscriber Line): ajusta la velocidad de transmisión de acuerdo a la longitud y a la calidad de la línea local. La velocidad de conexión es establecida cuando la línea sincroniza o es asignada por una señal desde la central telefónica.
- HDSL y SDSL: los módem HDSL (High Bit Rate Digital Subscriber Line) o línea digital de abonado de alta velocidad es una técnica para transmisión de datos a velocidades de 2Mbps sin repetidores y distancias de hasta 7.8Km sobre cables de par estándar, tanto HDSL como SDSL (Symmetrical Digital Subscriber Line) usan dos hilos de par trenzado con el fin de repartir igual a igual el tráfico de información. Transmiten con una velocidad de 1,5 Mbps bidireccionalmente, aunque puede obtenerse una velocidad de 20 Mbps utilizando 3 hilos de par trenzado cargados a 1/3 del tráfico cada uno.

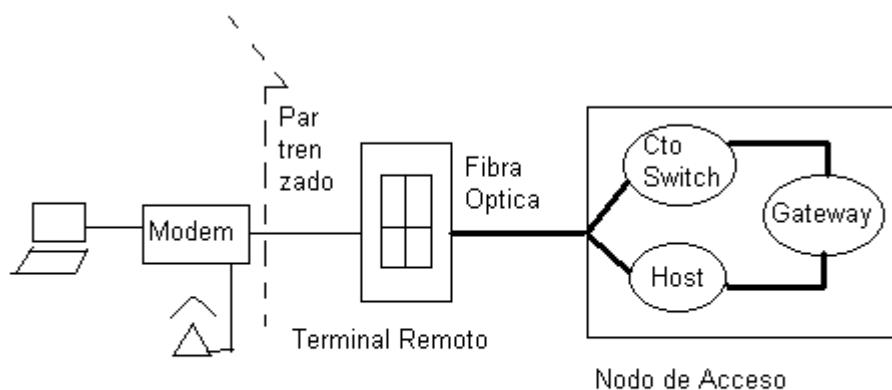
SDLS es una línea de alta velocidad sobre un cable de línea telefónica en donde la velocidad de transmisión y recepción son iguales, dicha velocidad varía entre 160 Kbps y 1.544 Mbps a una distancia máxima de 7.2 Km. Es ideal para el caso de aplicaciones como videoconferencia.

Este tipo de soluciones permitirían a la RTPSTT prestar servicios adicionales que requieran de la transmisión de video, como lo es el caso de la videoconferencia para el soporte de consultas a distancia. Además de ellos permitiría dar soporte a la interpretación a distancia de resultados de ecografía y endoscopia que requieren del envío de video.

Es importante mencionar que se puede contar con la tecnología HDSL dentro de la RTPSTT ya que TELECOM principal ISP del Departamento cuenta con este tipo de interfaces.

#### *D. 3.1.1 Soluciones para Par Trenzado Remoto*

Este tipo de acceso es utilizado cuando el nodo de acceso o Gateway está muy alejado del usuario final. Para proporcionar el servicio al usuario es utilizado un terminal remoto el cual se conecta por medio de par trenzado al usuario y por medio de fibra óptica al nodo de acceso. En este último, existen dos arreglos encargados de proveer el acceso a Internet: un circuito Switch o aproximador de acceso y un host o aproximador de acceso universal. Tal como se ve en la Figura 1.



### 1. Par Trenzado Remoto

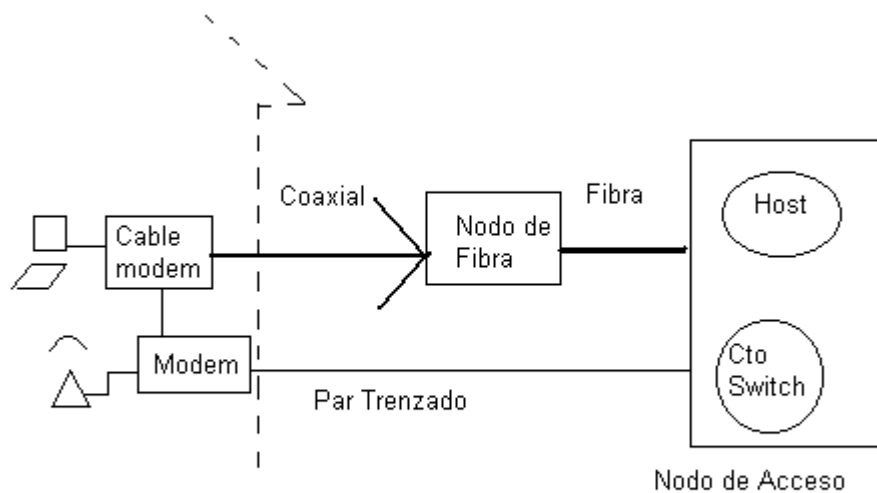
Figura 1. Par trenzado remoto

#### D.3.1.1.1 Fibra Optica y Cable Coaxial

##### **Sistemas HFC o TV cable Híbrido de Coaxial y Fibra**

Para este tipo de sistemas se usan los cable-módem para permitir la transmisión de Internet y datos en la dirección descendente del sistema HFC. Las velocidades están en el rango de 30 Mbps y pueden ser alcanzadas por un canal de vídeo nominal de 6 MHz. La señal ascendente es proporcionada por un canal telefónico usando un módem VBD o ISDN. El nodo de fibra es encargado de reunir las señales y distribirlas por medio de múltiples alimentadores coaxiales que cubren una área residencial dada. Ver Figura 2.





## 2. Sistemas HFC

Figura 2. Sistemas HFC

### **Sistema Bidireccional HFC**

Estos sistemas tienen la capacidad de transmisión en ambas direcciones; en ellos el ancho de banda del enlace ascendente es compartido entre todos los usuarios; los datos del mismo se encuentran basados en la competencia y operan a velocidades de 10 Mbps. En cuanto al enlace descendente, las velocidades en datos se encuentran por encima de los 30 Mbps. Como lo muestra la Figura 3 este tipo de acceso consta tanto de coaxial como de fibra óptica.

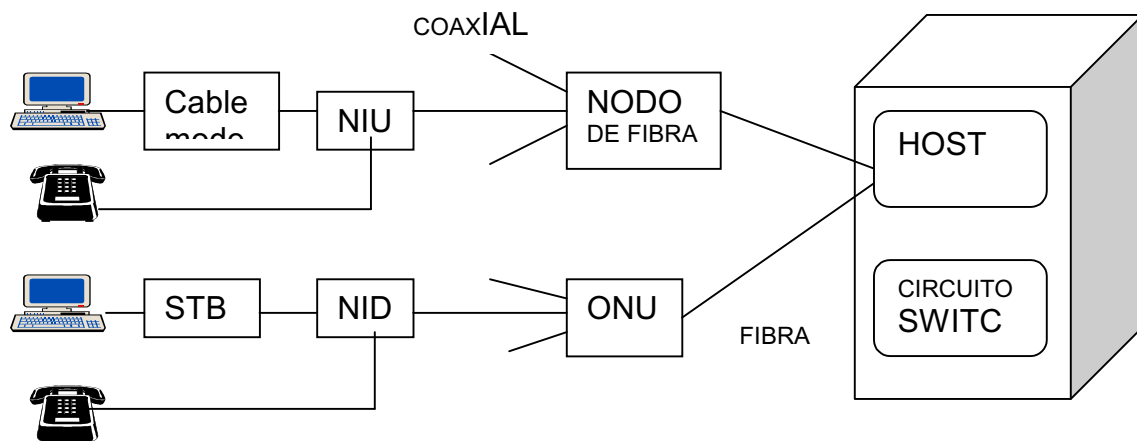


Figura 3. Cable coaxial y fibra

### D.3.2 Inalámbrico

#### D.3.2.1 Celular

Los sistemas celulares son usados para proveer acceso a Internet, mediante módem VBD. Las tasas de acceso varían entre 9,6 Kbps para los sistemas AMPS y TDMA; 14,4 Kbps para los sistemas CDMA y 19,2 Kbps para CDPS, en el cual se logra una tasa más alta insertando paquetes IP en canales celulares que están temporalmente ociosos. Otra forma de acceso es mediante los servicios de comunicación personal (PCS).

### *D.3.2.2 Transmisión Terrestre*

En este caso se cuenta con dos tipos de servicios: el Servicio de Distribución Multipunto Multicanal (MMDS) y el servicio de Distribución Multipunto Local (LMDS).

Los enlaces descendentes combinados con los enlaces ascendentes de telefonía proporcionan un arreglo completo para acceso a Internet, opera en la banda de 2 GHz con 33 canales que proveen una velocidad descendente de datos de aproximadamente 10 Mbps; la distancia que es posible cubrir desde el transmisor central es de aproximadamente 50 Km.

LMDS es similar a MMDS ya que utiliza una línea inalámbrica telefónica para proporcionar el acceso al enlace ascendente y un enlace de microondas para establecer el enlace ascendente y un enlace de microondas para establecer el enlace descendente. Este servicio cubre una distancia de 5 Kilómetros pero con la disminución de esta distancia el servicio provee un ancho de banda cuatro veces mayor que MMDS con lo cual se puede atender a un mayor número de usuarios.

### *D.3.2.3 Trasmisión Satelital*

Los sistemas satelitales utilizan circuitos de telefonía para acceso al enlace ascendente y un solo satélite de posición fija o clusters de satélites para proporcionar enlaces descendentes para acceso a Internet. Es posible utilizar un solo canal por usuario a velocidades bajas o canales compartidos con velocidades superiores a 1 Mbps. El equipo en el lado del usuario está conformado por una antena de plato, un receptor de microondas y una tarjeta de decodificador digital que puede ser conectada directamente al bus del PC.

### *D.3.3 Todo en fibra PON*

La red óptica pasiva (PON) es un sistema de acceso a Internet únicamente por medio de fibra óptica. La fibra es utilizada desde el nodo de servicio hasta el divisor óptico en donde múltiples

fibras se despliegan para terminar en un solo ONU donde se distribuyen para proporcionar un servicio individual.

Ya que todo el sistema está constituido por fibra, las ventajas se ven reflejadas en el bajo mantenimiento, en la seguridad de las transmisiones, en su alta capacidad y en que la realización de aplicaciones de servicio de banda ancha.

#### *D.3.4 SONET*

SONET o red óptica síncrona, es una norma americana con velocidades que van desde 1,544 Mbps (DS-1) a 10 Gbps (OC-192), la cual permite acceso a Internet por medio de anillos de fibra SONET o SDH.

La figura 3.4 muestra una conexión SONET/ SDH de un nodo de servicio a un negocio. El anillo SONET/SDH proporciona seguridad en el servicio a través de varios caminos dentro de su arquitectura. En el lado del usuario, la intranet se conecta a la red pública vía un firewall el cual proporciona seguridad aislando el tráfico indeseado de Internet del tráfico transportado sobre la intranet. Los multiplexores utilizados pueden ser STM que transportan flujos de datos dentro de tributarios discretos o multiplexores ATM que pueden proporcionar una gran eficacia combinando datos con flujos de velocidad variable por medio de la multiplexación estadística. En la figura 4 se observa este tipo de acceso.

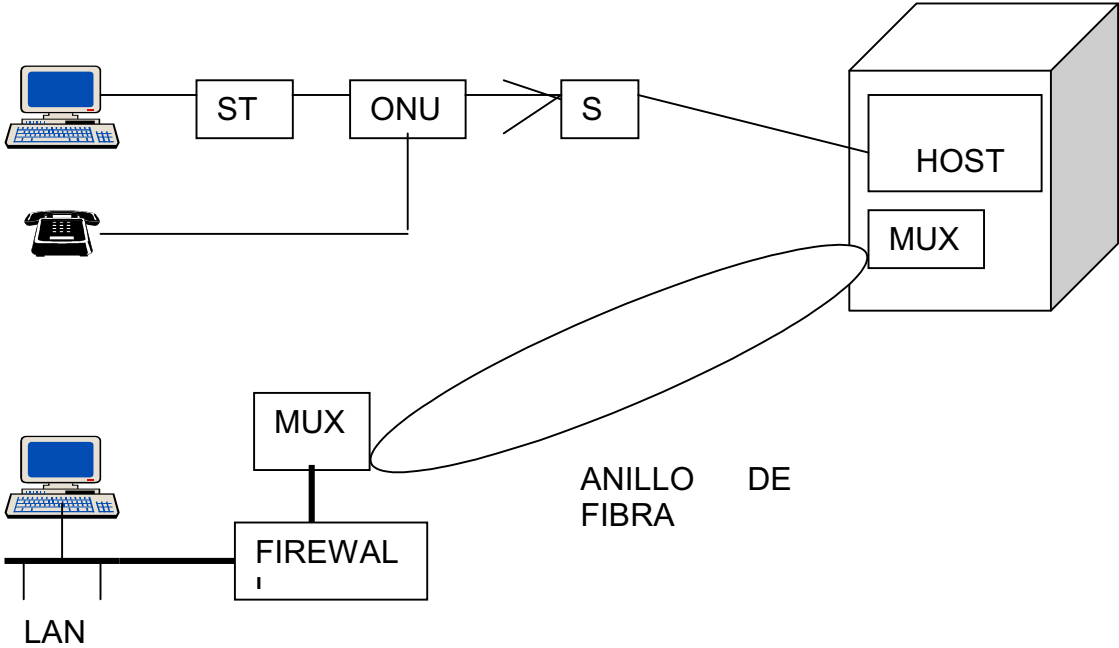


Figura 4. Conexión SONET/SDH de un nodo de servicio a un negocio.