

CAPITULO 1

ESTUDIO DE GEPON

1.1. INTRODUCCION

En la actualidad, el internet ha experimentado un gran aumento en el tráfico que fluye por la red, debido en parte, al incremento de las capacidades de las nuevas generaciones de los computadores, que permiten descargar cantidades enormes de datos, así como a la universalización del uso de la internet, requerimientos que exigen de los proveedores mayor ancho de banda y velocidad de transmisión.

A partir de esto, las organizaciones mundiales de telecomunicaciones como la ITU-T, la IEEE, empresas ISP's, entre otras, que se mantienen al tanto de estas necesidades, crean nuevas y mejores formas de diseñar las redes para atender las exigencias de los usuarios.

Basándose en las ventajas de la fibra óptica sobre el cable, se crean las redes PON, las cuales brindan a los usuarios mejores servicios y un mayor ancho de banda gracias a la fibra óptica sobre la que se soportan. Estas reemplazan los elementos activos por elementos pasivos en la red, lo que permite que los costos de

la misma se reduzcan en un gran porcentaje. PON es usada principalmente para redes FTTH.

El principio de EPON es el transporte de tráfico Ethernet en vez del transporte por medio de celdas de ATM. Este sistema aplica los beneficios que trae usar la fibra óptica en el transporte vía Ethernet. EPON cumple con la norma de IEEE 802.3 y funciona con velocidades de Gigabit, por lo cual la velocidad con la que dispone cada usuario final depende del número de ONU's que se interconecten a cada OLT.

Gigabit Ethernet PON, combina ambas tecnologías *Gigabit Ethernet* y Redes ópticas Pasivas.

Las redes GEPON están distribuidas de la siguiente manera: OLT (Línea Terminal Óptica) los mismos que están conectados a las redes IP por un extremo, a continuación las ODN (Redes de Distribución Óptica) de la cual se desprenden los POS (Splitter Óptico Pasivo), y estos le dan acceso a los ONU (Unidad de Red Óptica), los cuales brindan el servicio a cada abonado.

La velocidad de la red de fibra puede alcanzar hasta 1 Gbps y cada sistema OLT EPON, puede distribuir entre 32 ONU's remotas para dar lugar a una red pasiva de fibra con un máximo de 32 divisores, lo que otorga ventajas como una gran capacidad de transmisión de datos, alta seguridad, flexibilidad, aplicaciones para proyectos de FTTH y servicios de telefonía IP e IPTV.

Adicionalmente, GEPON cumple con protocolos estándar: IEEE802.3ah, IEEE802.3, IEEE802.3u, IEEE 802.3x, IEEE802.3z, IEEE802.1p, IEEE.1q, IEEE802.1x, RFC1112, RFC1113.

GEPON es una perfecta combinación de la tecnología *Ethernet* y la tecnología PON. Esto elimina el uso de componentes activos de fibra óptica entre OLT y ONU, disminuyendo efectivamente el costo, facilitando el mantenimiento de la red y usa tecnología WDM que permite hasta 20 Km de distancia de trabajo.

1.2. GIGABIT ETHERNET PASSIVE OPTICAL NETWORK – GEPON

GEPON, identifica una nueva tecnología desarrollada para el transporte de datos por medio de la fibra óptica como objetivo específico, valiéndose del protocolo *Ethernet* y varios estándares que se analizarán en el mismo capítulo, que permite desplegar redes de acceso a usuarios residenciales utilizando distribuidores ópticos pasivos.

La topología utilizada es “topología árbol”, conectando la OLT con las ONU’s a través de distribuidores ópticos pasivos.

Observando la Figura.1. 2, el OLT es un equipo distribuidor encargado de conectar los elementos a la red principal. A partir de este equipo se obtiene varias trayectorias, a cada una le corresponde un solo hilo de fibra óptica cuya capacidad es de 1 Gbps de información.

Este ancho de banda se reparte entre los usuarios finales, es decir el 1 Gbps se divide entre los receptores conectados a la ONU, para proporcionar desde la interfaz *Ethernet* el servicio que el cliente desee.

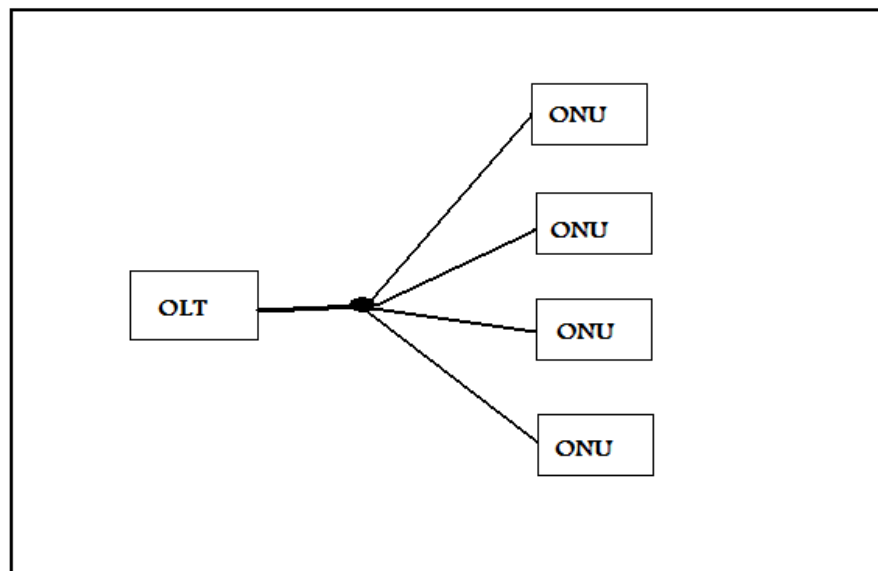


Figura. 1. 1. Topología de la red

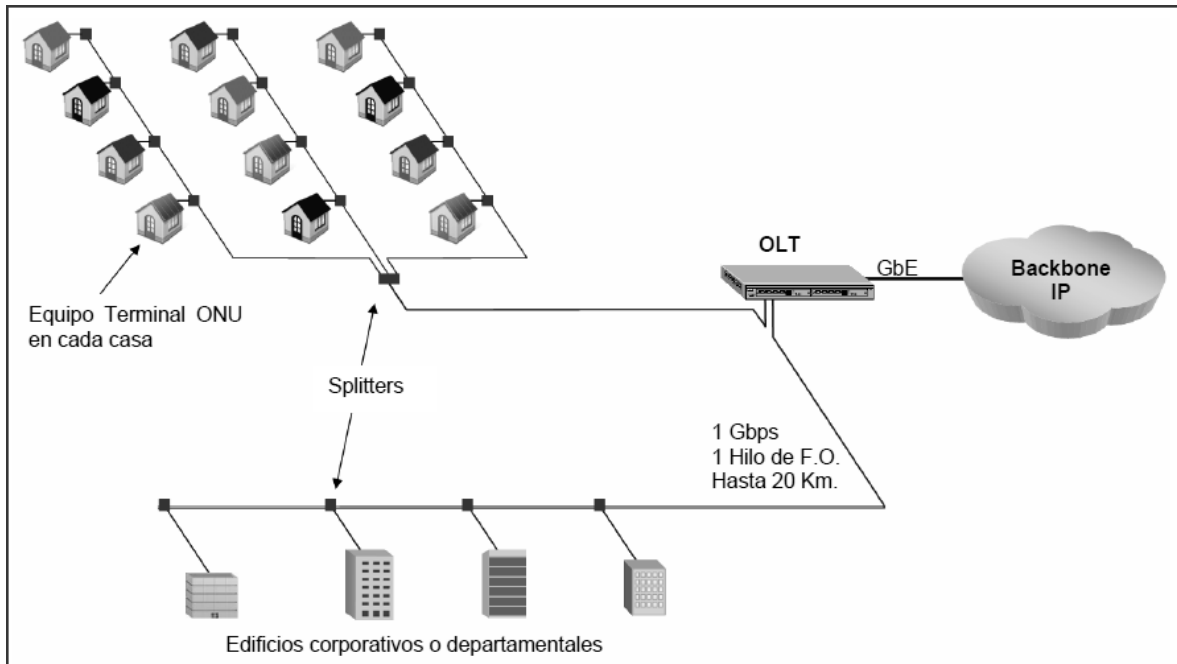


Figura. 1. 2. Ejemplo de un sistema GEPON (1)

Este ancho de banda se reparte entre los usuarios finales, es decir el 1 Gbps se divide entre los receptores conectados a la ONU, para proporcionar desde la interfaz *Ethernet* el servicio que el cliente desee.

Existen varios tipos de ONU's desde un solo puerto *Ethernet*, hasta 24 cuya principal aplicación sería un edificio u oficina.

La forma de distribuir el ancho de banda entre los usuarios con trayectoria común, es determinable y se la puede regular.

1.2.1. Elementos de una GEPON

- 1.2.1.1. **OLT.** Es uno de los componentes claves utilizados en redes GEPON, por lo general está ubicado en el cuarto central de control. OLT es un elemento activo, desde el cual parten las redes de fibra óptica hacia el usuario final, tienen una capacidad para dar

servicios a un gran número de abonados conectados al servicio que se desea prestar.

Una de las funciones más importantes del OLT es realizar el papel de enrutador, ya que agrega el tráfico de datos proveniente del usuario hacia la red de asignación.

1.2.1.2. **ONU.** *Optical Network Unit* – ONU- cuyas siglas en español significan Unidad Óptica de Red, es el equipo del lado del usuario en el sistema GEPON. ONU trabaja en conjunto con OLT y proporciona a los usuarios varios tipos de servicios de banda ancha como son VoIP, HDTV, y video conferencia. La unidad óptica de red es un equipo económico y de alta eficiencia y desarrolla un papel muy importante en lo que es FTTx.

1.2.1.3. **Divisor óptico pasivo – *splitter*.** Es el que hace posible la división de la señal óptica original hacia dos o más fibras distintas a sus salidas. Existen dos tipos:

- TIPO T: a manera de acopladores, y es la forma más utilizada.
- TIPO ESTRELLA: Cada salida del *Splitter* posee un valor determinado de atenuación.

De acuerdo a la longitud de onda a la que trabajan se dividen en:

- Estándar SCC (*Standar Single Mode Coupler*), longitudes de onda con desviaciones de señal mínima o bajas tolerancias.

- Una Ventana WFC (*Wavelength Flattened Coupler*), trabaja con una sola longitud de onda.
- Dos Ventanas WIC (*Wavelength Independent Couplers*), trabaja con dos rangos de longitudes de onda.
- Multiplexores de Onda (WDM), para dos longitudes de onda separadas.

En la tabla.1. 1. se indican los valores típicos de perdidas por inserción de los diferentes divisores ópticos pasivos, que se encuentran en el mercado.

Tabla. 1. 1. Atenuación y Normas de Splitters (2)

CARACTERISTICA	DATO
Atenuación.	(MAX) dB
1:2	-3.6
1:4	-7.5
1:8	-11
1:16	-14
1:32	-18
1:64	-21.5

1.2.1.4. Características principales.

- Cada trayectoria de fibra óptica soporta un máximo de 32 usuarios, este número garantiza que se puedan brindar como servicio final el “*triple play*” (Voz, Datos, Video) para cada usuario.
- Se alcanza hasta 20 Km de distancia entre el equipo OLT (distribuidor) y la ONU (usuario final).
- Es compatible con otras tecnologías de backbone y de acceso como son Ethernet, WiMax, WiFi y xDSL.

1.3. EVOLUCIÓN DE PON A GEPON

1.3.1. P.O.N

PON es una tecnología punto - multipunto. En las redes PON intervienen los siguientes elementos:

- Terminal de Línea Óptica – OLT o Central Office - CO, localizada en el Proveedor de Servicios;
- La Unidad de Red Óptica – ONU localizada en el domicilio del usuario.

El OLT se interconecta con una red de transporte que recoge los datos procedentes de varios OLT's y los lleva a la cabecera de la red.

Brindando así servicios llamados FTTx, tales como:

- *Fiber To The Home* - FTTH;
- *Fiber To The Building* - FTTB;
- *Fiber To The Apartment* - FTTA ;

Todas las arquitecturas PON utilizan fibra óptica monomodo.

Existen varios tipos de topologías diseñadas para la red de acceso, como son topologías árbol, anillo, y bus.

A continuación se presenta la topología árbol, la misma que es utilizada en aplicaciones residenciales.

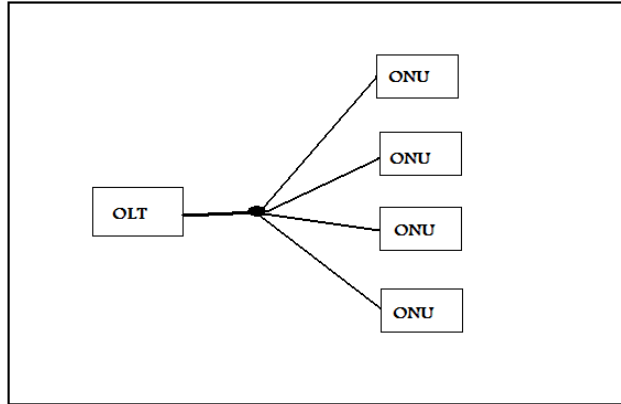


Figura. 1. 3. Topología árbol

Las topologías anillo no son utilizadas comúnmente, pero por lo general son dirigidas a aplicaciones de negocios.

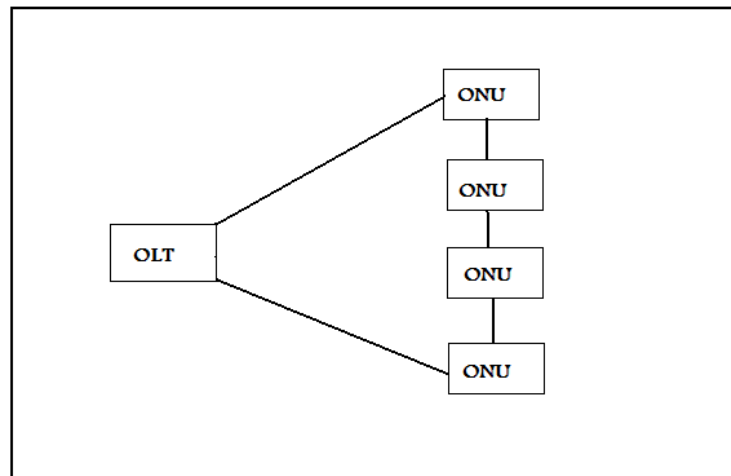


Figura. 1. 4. Topología anillo

La topología bus es utilizada para ambientes como campus universitarios.

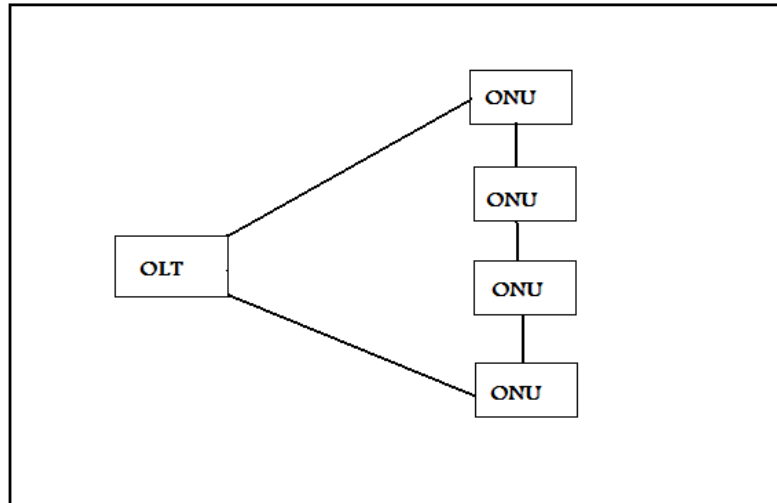


Figura. 1. 5. Topología bus

En el sentido *downstream* (flujo descendente de datos), PON es una red punto multipunto, esto implica que el OLT maneja todo el ancho de banda, el cual luego se reparte entre los usuarios en intervalos temporales.

En el sentido *upstream* (flujo ascendente de datos), PON es una red punto a punto, donde todas las ONU's transmiten a un único OLT.

Las técnicas WDM permiten trabajar sobre longitudes de onda diferentes por lo cual esto facilita las transmisiones en ambos sentidos, *downstream* y *upstream* sin mezclarse al utilizar la fibra monomodo.

Como se menciona en el párrafo anterior se trabaja con longitudes de onda diferentes, así tenemos para *downstream* (1290nm) y para *upstream* (1310 nm). Gracias a la tecnología se permite cada vez hacer más pequeños los filtros ópticos para dicha separación.

A la par, PON utiliza TDMA, para que en distintos tiempos los ONU's puedan transmitir su información en sentido *upstream*, estos tiempos son determinados por el OLT.

OLT, también utiliza TDMA para enviar en diferentes slots de tiempos, la información en sentido *downstream*, que selectivamente deberán recibir las Unidades de Red Óptica (ONU).

1.3.2. ATM P.O.N – A.P.O.N

El desarrollo de APON es necesario para la implementación a gran escala de FTTH. Las distintas plataformas APON permiten a los usuarios residenciales recibir por parte de los proveedores servicios de banda ancha, cubriendo sus necesidades presentes y futuras.

En 1998, la especificación producida por el grupo FSAN (Red de Acceso de Servicios Completos) fue adoptada por la UIT como el estándar G.983.1, que define el acceso óptico de banda ancha utilizando la APON.

La APON está constituida al igual que PON por:

- Terminal de Línea Óptica – OLT o *Central Office* - CO, localizada en el Proveedor de Servicios;
- La Unidad de Red Óptica – ONU localizada en el domicilio del usuario.

La planta externa (fibra y componentes ópticos) es totalmente pasiva. Una sola fibra es la que conecta un puerto del

OLT con varias ONU's destinadas para diferentes usuarios, utilizando filtros ópticos.

APON puede equiparse con 32, 48, 64 ONU's, por lo general el rango está entre 32 y 48. El equipo OLT puede estar hasta 20 Km de distancia de las ONU's, permitiendo a una APON cubrir una extensa área geográfica.

Una OLT puede soportar múltiples APON's, lo que significa que una OLT puede soportar un gran número de usuarios.

Es posible transmitir datos bidireccionales y distribución de video en fibra por medio de las técnicas WDM que utiliza tres longitudes de onda distintas y son las siguientes:

- *Downstream* 1490 nm, utilizando protocolo TDM.
- *Upstream* 1310 nm, utilizando protocolo TDMA debido a que es una conexión multipunto punto.
- Distribución de video 1550 nm.

Para el transporte de comandos, control e información de estado se utilizan celdas ATM especiales en ambas direcciones.

APON, de acuerdo con el estándar G.983, puede operar a dos velocidades: 155 Mbps simétrico y 622 Mbps descendentes/155 Mbps ascendentes (asimétrico).

El ancho de banda puede asignarse individualmente a las ONU's por debajo de 4 Kbps

Los equipos ONU's reciben la difusión completa en *downstream* por parte del equipo OLT. Cada ONU examina los datos transmitidos y extrae solamente las celdas que le corresponden.

Antes de la transmisión desde el equipo OLT, los datos son encriptados, por medio de un proceso llamado "variación", como medio de seguridad en la APON.

Durante la variación cada ONU transmite una clave de encriptación al equipo OLT para que la utilice mientras la variación se lleva a cabo, con esto se asegura que los datos destinados para cierta ONU sean recibidos solo por la ONU que le corresponde.

En *Upstream*, cada ONU transmite los datos hacia el equipo OLT previa recepción de un mensaje de inicio de cesión por parte del último, cediéndole así un numero de ciclos.

Cada ONU puede estar a diferencia distancia del equipo OLT que las demás, existe un proceso denominado "*ranging*", el cual determina la distancia entre ambos equipos, OLT y ONU, con el fin de ajustar ciclos y volver más eficiente la APON

1.3.3. **BPON (Broadband PON)**

Dentro de la arquitectura BPON se plantea una red simétrica con un ancho de banda igual a 155 Mbps para ambos sentidos, *downstream* y *upstream*. Para el año 2001 la misma fue cambiada para soportar configuraciones asimétricas teniendo las siguientes velocidades:

- 622Mbps en el sentido *downstream*.
- 155 Mbps sentido *upstream*.
- Y para configuraciones simétricas con mayor capacidad 622 Mbps.

Debido al incremento de la demanda por un ancho de banda mayor requerido por el usuario final sumado a la necesidad de uso exclusivo de trafico IP dieron como resultado la creación y

desarrollo de una nueva especificación basada en el estándar BPON, con una ineficiencia en el tráfico IP debido a su arquitectura y utilización de tecnología ATM.

GFP – Procedimiento de Segmentación General, es el procedimiento encargado de la encapsulación dentro del nuevo estándar, cuyas siglas en inglés significan (*General Framing Procedure*), el mismo que aumenta en un porcentaje significativo la eficiencia de la arquitectura, permitiendo mezclar varias tramas ATM de tamaños distintos.

1.3.4. GPON (Gigabit-Capable PON)

La arquitectura de GPON en concepto es muy parecida a la recomendación anterior ITU-T G.983 (BPON, *Broadband* PON). GPON incluye una mejora en la seguridad y gestión de servicios, y lo más importante ofrece tasas de transferencia de hasta 1,25 Gbps en canales simétricos, y en asimétricos, velocidades para *downstream* de hasta 2.5 Gbps.

GPON, permite trabajar con anchos de banda mayores, es por eso que presta servicios a nivel residencial y comercial, brindando mejoras a la prestación de servicios de transporte IP pero con una capa de transporte diferente, y puede entregar hasta 100 Mbps a cada usuario final dependiendo de su configuración.

A continuación las principales características:

- Soporte completo para voz (TDM, SONET y SDH), *Ethernet* (10/100 Base T), ATM.
- Alcance nominal de 20Km.
- Soporte de varias velocidades, las indicadas para APON/BPON y EPON.

- Alto nivel de funciones de Operación, Administración, Mantenimiento y Suministro OAM&P, de principio a fin en el manejo de los servicios.
- Seguridad en el tráfico debido a la operación en modo de radiodifusión para la transmisión en modo descendente heredado del estándar PON.

Los sistemas GPON se encuentran formados:

- Sistema de Terminación de Línea Óptica (OLT) ;
- Unidad de Red Óptica (ONU) o en su defecto una Terminación de Red Óptica (ONT).
- Red de Distribución Óptica (ODN) que las interconecta.

1.4. PROTOCOLOS ESTÁNDAR

1.4.1. ITU-T G.983 (3)

1.4.1.1. **“Orígenes.** La Recomendación UIT-T G.983.1 fue aprobada el 13 de enero de 2005 por la Comisión de Estudio 15 (2005-2008) del UIT-T por el procedimiento de la Recomendación UIT-T A.8.”

1.4.1.2. **“Arquitectura de la red.** La sección óptica de un sistema de red de acceso local podría tener una arquitectura punto a punto o una arquitectura punto a multipunto pasiva o activa. La figura. 1.6. muestra las arquitecturas consideradas, que van de la fibra a la vivienda (FTTH, *Fiber to The home*), pasando por la fibra al edificio/la acometida (FTTB/C, *Fiber to The building/curb*), hasta la fibra hasta el armario (FTTCab, *Fiber to The cabinet*). La red óptica de acceso (OAN) es común a todas las arquitecturas. Por tanto, el

hecho de que este sistema disponga de elementos comunes tiene la virtud de generar grandes volúmenes a escala mundial.”

1.4.1.2.1. “**Escenario FTTCab/C/B.** En este escenario se han considerado las siguientes categorías de servicio:

- Servicios de banda ancha asimétricos (por ejemplo, servicios de banda ancha digitales, VoD, Internet, aprendizaje a distancia, telemedicina, etc.).
- Servicios de banda ancha simétricos (por ejemplo, servicios de telecomunicación para pequeños clientes comerciales, teleconsulta, etc.).
- RTPC y RDSI. La red de acceso deberá poder proporcionar, de una manera flexible, los servicios telefónicos de banda estrecha con la temporización apropiada para la introducción.”

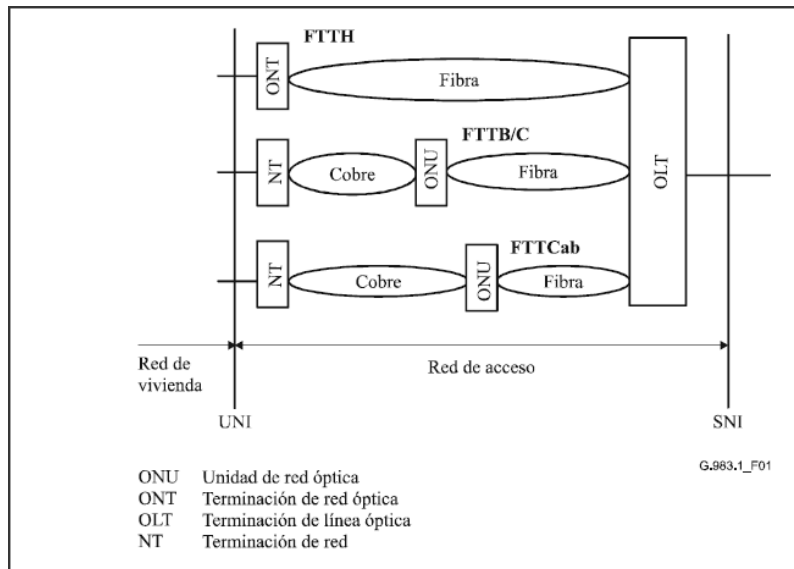


Figura. 1. 6. Arquitectura G983.1 (4)

1.4.1.2.2. **“Escenario FTTCab/C/B.** En este escenario se han considerado las siguientes categorías de servicio:

- Servicios de banda ancha asimétricos (por ejemplo, servicios de banda ancha digitales, VoD, Internet, aprendizaje a distancia, telemedicina, etc.).
- Servicios de banda ancha simétricos (por ejemplo, servicios de telecomunicación para pequeños clientes comerciales, teleconsulta, etc.).
- RTPC y RDSI. La red de acceso deberá poder proporcionar, de una manera flexible, los servicios telefónicos de banda estrecha con la temporización apropiada para la introducción.”

1.4.1.2.3. **“Escenario FTTH.** Las categorías de servicios consideradas para el escenario fibra a la vivienda (FTTH) son similares a las de los escenarios precedentes y se caracterizan por lo siguiente:

- Pueden considerarse ONU interiores, por lo que se obtienen condiciones ambientales más favorables.
- No es necesario modificar la ONU intermedia para perfeccionar las capacidades de la red de acceso con el fin de acomodar una futura evolución de servicios de banda ancha y medios.
- El mantenimiento es fácil, porque sólo se requiere para sistemas de fibra, y se considera que todos los sistemas de fibra son más fiables de los sistemas mixtos de fibra y metal.
- FTTH es un método que promueve el desarrollo de tecnologías optoelectrónicas avanzadas.

El mayor volumen de producción de los módulos ópticos repercutirá en una reducción del costo.

Cuando estos factores puedan explotarse plenamente, podrán contrapesar un costo por línea algo más elevado. En tal situación, el escenario FTTH puede considerarse como económicamente viable incluso a corto plazo.”

- 1.4.1.3. **“Servicios.** Tal sistema de acceso de alta velocidad podría proporcionar la gama completa de todos los servicios conocidos hasta el presente, e incluso nuevos servicios que se están examinando para los abonados residenciales y comerciales.

En esta materia debe tenerse en cuenta la independencia del servicio con respecto al sistema de transmisión.

Estos servicios abarcan una amplia gama de requisitos de red como son la velocidad binaria, la simetría/asimetría o el retardo, y comprenden desde la distribución de vídeo, con diversos

grados de interactividad, hasta la transferencia electrónica de datos, la interconexión LAN, trayectos virtuales transparentes, etc.

Los servicios concretos que habrán de proporcionarse son percibidos de una manera más clara por algunos operadores que por otros y dependen en gran medida de las condiciones particulares de reglamentación de los mercados de los distintos operadores, así como de las posibilidades de los propios mercados. La manera de hacer llegar estos servicios a los usuarios de una manera eficaz con respecto al costo depende no solamente de condiciones de tipo jurídico, sino también de factores que incluyen la infraestructura existente de telecomunicaciones, la distribución de las viviendas y la proporción en que estén presentes los abonados residenciales y los comerciales.

Pese a esta diversidad en la estructuración de los mercados, existen algunas características que han sido percibidas como comunes por todas las partes y que pueden resumirse como sigue:

- Algunos servicios requieren velocidades binarias mayores que las soportadas por la RTPC y la RDSI básica. La mejor forma de proporcionar estas velocidades a los usuarios es mediante redes de fibras ópticas o redes mixtas de fibras ópticas y conductores metálicos;
- Como los servicios evolucionan y se introducen nuevos servicios, las exigencias de anchura de banda y de gestión serán mayores. Esto requiere que la red de acceso sea flexible y fácil de mejorar.”

1.4.2. ITU-T G.984.x⁽⁵⁾

1.4.2.1. **“Orígenes.** La Recomendación UIT-T G.984.1 (2003), preparada por la Comisión de Estudio 15 (2001-2004) del UIT-T, fue aprobada por el procedimiento de la Resolución 1 de la AMNT el 16 de marzo de 2003.”

1.4.2.2. **“Arquitectura de la red.** La sección óptica de un sistema de red de acceso local puede ser activa o pasiva y su arquitectura puede ser punto a punto o punto a multipunto. La figura. 1.5. muestra las arquitecturas disponibles, que van de la fibra hasta la vivienda (FTTH, *Fiber to The home*), pasando por la fibra hasta el edificio la acometida (FTTB/C, *Fiber to The building/curb*), hasta la fibra hasta el armario (FTTCab, *Fiber to The cabinet*). La OAN (red de acceso óptico) es común a todas las arquitecturas. Por consiguiente, la uniformidad de este sistema ofrece la posibilidad de generar grandes volúmenes a escala mundial.

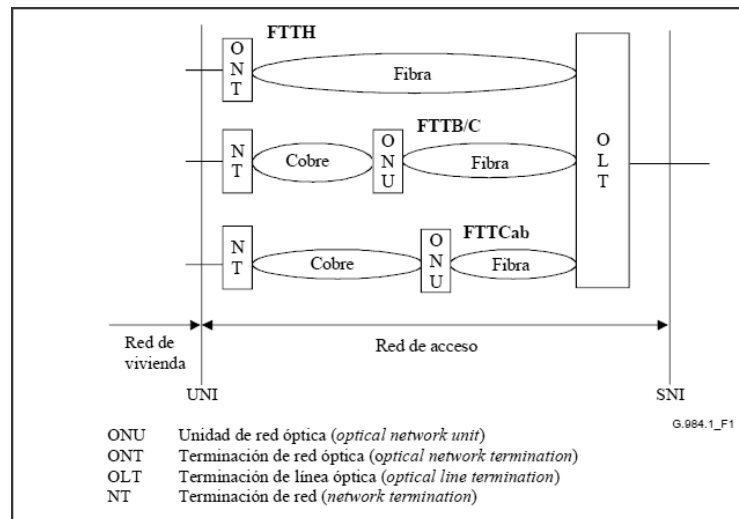


Figura. 1. 7. Arquitectura de la red (6)

“Las diferencias entre las opciones de red fibra al edificio (FTTB, Fiber to The building), fibra a la acometida (FTTC, Fiber to The curb), fibra al armario (FTTCab, Fiber to The cabinet) y FTTH estriban principalmente en los distintos servicios que ofrecen, y por lo tanto pueden tratarse como equivalentes en esta Recomendación.”

1.4.2.2.1. **“Escenario FTTB.** Este escenario se divide a su vez en dos escenarios, uno para las unidades multivivienda (MDU) y el otro para las empresas. Cada escenario tiene las siguientes categorías de servicio:

1.4.2.2.2. **FTTB para MDU.** Servicios de banda ancha asimétricos (por ejemplo, servicios de difusión digital, vídeo por demanda (VOD), descarga de ficheros, etc.).

- Servicios de banda ancha simétricos (por ejemplo, difusión de contenidos, correo electrónico, intercambio de ficheros, cursos a distancia, telemedicina, juegos en línea, etc.).
- Servicio telefónico ordinario (POTS) y red digital de servicios integrados (RDSI). La red de acceso ha de ofrecer, de una manera flexible, servicios telefónicos de banda estrecha con la temporización adecuada para el acceso.

1.4.2.2.3. **FTTB para empresas.** – Servicios de banda ancha simétricos (por ejemplo, programas informáticos de grupo, difusión de contenidos, correo electrónico, intercambio de ficheros, etc.).

- Servicio telefónico ordinario (POTS) y red digital de servicios integrados (RDSI). La red de acceso ha de ofrecer, de una manera flexible, servicios telefónicos de banda estrecha con la temporización adecuada para el acceso.
- Línea privada. La red de acceso ha de proporcionar, de una manera flexible, servicios de línea privada con distintas velocidades.

1.4.2.2.4. **Escenarios FTTC y FTTCab.** En estos escenarios se incluyen las siguientes categorías de servicio:

- Servicios de banda ancha asimétricos (por ejemplo, servicios de difusión digital, vídeo por demanda, descarga de ficheros, juegos en línea, etc.).
- Servicios de banda ancha simétricos (por ejemplo, difusión de contenido, correo electrónico, intercambio de ficheros, cursos a distancia, telemedicina, etc.).
- Servicio telefónico ordinario (POTS) y red digital de servicios integrados (RDSI). La red de acceso ha de ofrecer, de una manera flexible, servicios telefónicos de banda estrecha con la temporización adecuada para el acceso.
- Red de retroceso xDSL.

1.4.2.2.5. **Escenario FTTH.** En este escenario se incluyen las siguientes categorías de servicio:

- Servicios de banda asimétricos (por ejemplo, servicios de difusión digital, vídeo por demanda, telecarga de ficheros, etc.).
- Servicios de banda ancha simétricos (por ejemplo, difusión de contenidos, correo electrónico, intercambio de ficheros, cursos a distancia, telemedicina, juegos en línea, etc.).
- Servicio telefónico ordinario (POTS) y red digital de servicios integrados (RDSI). La red de acceso ha de ofrecer, de una manera flexible, servicios telefónicos de banda estrecha con la temporización adecuada para el acceso.”

1.4.2.3. **“UIT – T G.984.2.** Es el conjunto de especificaciones para el manejo de la capa dependiente de los medios físicos PMD (Physical Media Dependent), la cual cubre sistemas con tasas nominales de 1244.160Mbps y 2488.320Mbps en dirección descendente y 155.52Mbps, 622.08Mbps, 1244.160Mbps y 2488.320Mbps en dirección ascendente y además explica el manejo simétrico y asimétrico de la señal, con referencia a las velocidades descritas.

La descripción de esta recomendación abarca servicios de voz, distributivos y de datos con velocidades en Gbps. Además se debe anotar que la arquitectura que se analiza en el manejo de la PMD, dentro de una OAN, es una estructura tipo árbol y rama punto a multipunto capaz de servir a las interfaces usuario-red.

Para la configuración física de la OAN, se hacen referencia a puntos referenciales entre el usuario-red y nodo de servicio:

- R/S (*Receive/Send*) y S/R (*Send/Receive*): Puntos de referencia.
- Ord (*Optical request-distribution*), Oru (*Optical request-user*), Old (*Optical line-distribution*), Olu (*Optical line-user*): Interfaces ópticas entre la red de distribución, usuario y línea.
- Líneas de conexión: Representan a una o más fibras principales y auxiliares.

Del mismo modo se establecen los dos sentidos de comunicación en la ODN: Figura.1.8 ascendente, cuando la señal se transmite desde una o varias ONU hacia la OLT y descendente, cuando la señal es transmitida desde la OLT a una o varias ONU, teniendo la opción de que estos sentidos se establezcan en la misma fibra óptica e iguales componentes en modo dúplex/dúplex o a través de distintos elementos o fibras ópticas dedicadas en modo *simplex*.

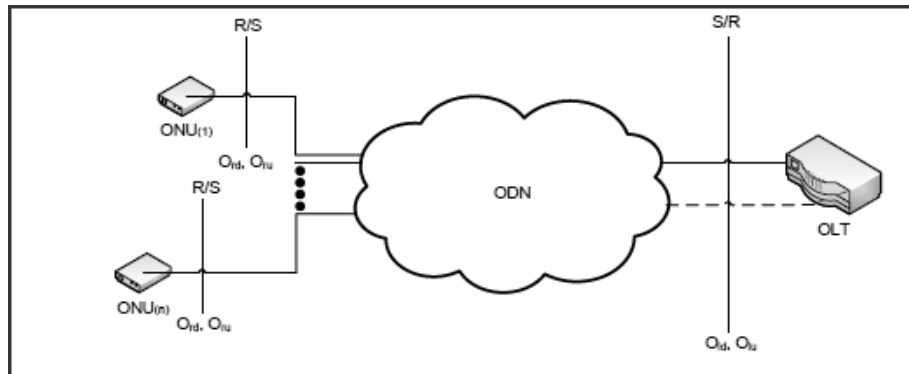


Figura. 1. 8. Sentidos de comunicación ODN (7)

En febrero del 2006, es publicada la recomendación ITU-T G.984.2 Enmienda 1 “Nuevo apéndice III – Prácticas idóneas

utilizadas en la industria para redes ópticas pasivas con capacidad de 2,488Gbit/s en sentido descendente y 1,244Gbit/s en sentido ascendente”, con lo cual se dictan las correspondientes normas de uso del estándar GPON en las velocidades indicadas, como por ejemplo, el incluir por parte de la OLT, el algoritmo de Corrección de Errores en la Recepción FEC (Forward Error Correction) en el sentido descendente, además de considerar que la degradación de la señal en la fibra óptica tiene diferente valor según el modo al cual se trabaje. ⁽⁸⁾”

- 1.4.2.4. “UIT – T G.984.3. Denominada como la especificación de la Capa de Convergencia de Transmisión TC (*Transmission Convergence*), expone los formatos de trama, el método de control de acceso, el método ranging, la funcionalidad OAM y la seguridad en redes GPON ⁽⁹⁾.”
- 1.4.2.5. “UIT – T G.984.4. Especificación de la interfaz de control y gestión OMCI (*ONT Management and Control Interface*) de la terminación de red óptica ONT, donde el análisis se enfoca en los recursos y servicios procesados de una base de información de gestión o manejo MBI (*Management Information Base*) independiente del protocolo de comunicación entre OLT y ONT. La MBI específicamente dirige la gestión o manejo de la configuración, averías y de calidad de funcionamiento de la ONT, considerando lo siguiente: las capas de adaptación que en el estándar ATM son la 1, 2 y 5, la capa de adaptación GEM, los servicios de emulación de circuitos, servicios de *Ethernet*, servicios de voz y el tipo de multiplexación de multiplexación que maneja el estándar WDM (*Wavelength Division Multiplexing*). ⁽¹⁰⁾ “

- 1.4.2.6. **“UIT – T G.984.5.** Recomendación que sugiere el rango de bandas y longitudes de onda que se reservan para en un futuro, implementar señales de nuevos servicios, usa la técnica de multiplexación de información (WDM), para aprovechar de mejor manera en el caso de nuevas redes ópticas pasivas, en virtud del manejo recomendable de las ODN.”

1.5. PRINCIPALES SECTORES DE APLICACIÓN PARA ESTA TECNOLOGÍA

1.5.1. Ambientes tipo campus

Pueden ser ambientes universitarios, industrias, donde se necesita un ancho de banda superior con la intención de realizar sus operaciones en forma rápida y eficiente.

Se trabaja con fibra óptica a nivel de *backbone* con la ayuda de equipos activos para la distribución de la señal, GEPON, como tecnología, permite llevar fibra óptica más allá del backbone, con costos bajos y de manera eficiente.

1.5.2. Operadoras de telecomunicaciones

Ahora existe una manera por la cual las operadoras telefónicas pueden llegar hasta su cliente con fibra óptica de manera eficiente y a bajo costo, mayor ancho de banda, y como resultado la prestación de servicios como es el triple play (Voz, Datos, Video) y con garantía que la implementación del circuito es rentable a largo plazo.

1.6. APLICACIONES

1.6.1. Triple play

El servicio triple play es un término de marketing para la provisión de servicios empaquetados y contenidos audiovisuales, voz, datos y video (voz, banda ancha y televisión).

Triple play se enfoca en un modelo de negocios más que en soluciones de problemas técnicos como estándar.

La conexión se basa en datagramas IP para los tres servicios. Ahora lo que es voz, se basa en VoIP, esto significa que las llamadas viajan a través de la red de igual manera que los datos.

El *triple play* es ofrecido generalmente por los operadores de televisión por cable.