

Maestria en Sistemas de Telecomunicaciones

Fundamentos de Telecomunicaciones



Redes DWDM, SDH Y GPON

Integrantes:

Edgar Barragán del Pozo

Mónica Flores Villafuerte

José Bedón Bonilla

Introducción

El SDH es un dispositivo digital que trabaja realizando multiplexación por división de tiempo. Toma pequeñas ranuras de tiempo y las ubica en forma ordenada en una ranura de tiempo más grande. La sucesión de ranuras en de tiempo se denomina "Trama".

La jerarquía digital síncrona (SDH) (Synchronous Digital Hierarchy) , se puede considerar como la revolución de los sistemas de transmisión, como consecuencia de la utilización de la fibra óptica como medio de transmisión, así como de la necesidad de sistemas más flexibles y que soporten anchos de banda elevados.

Los usuarios de telecomunicaciones ya están cansados de tanta competición en ancho de banda entre operadores, lo que demandan es una competición en servicios innovadores (HDTV, vídeo bajo demanda, videoconferencia, etc.).

Entre las tecnologías más interesantes que están permitiendo una convergencia a servicio innovadores (HDTV, vídeo bajo demanda, videoconferencia, etc.), cabe destacar en la parte del bucle de abonado a GPON, la tecnología de acceso mediante fibra óptica con arquitectura punto a multipunto más avanzada en la actualidad.

La fibra óptica es el medio de transmisión más avanzado y el único capaz de soportar los servicios de nueva generación, como televisión de alta definición. Las principales ventajas de tener un bucle de abonado de fibra óptica son muchas: mayores anchos de banda, mayores distancias desde la central hasta el abonado, mayor resistencia a la interferencia electromagnética, mayor seguridad, menor degradación de las señales, etc.

Objetivos

- Describir las funciones de los bloques funcionales de SDH
- Describir las alarmas correspondientes a cada bloque funcional
- Soportar todos los servicios: voz (TDM, tanto SONET como SDH), Ethernet (10/100 BaseT), ATM.
- Alcanzar mejores distancias, máximo de 20 km, aunque el estándar se ha preparado para que pueda llegar hasta los 60 km.
- Mejorar la velocidad, incluyendo velocidades simétricas de 622 Mbit/s, 1.25 Gbit/s, y asimétricas de 2.5 Gbit/s en el enlace descendente y 1.25 Gbit/s en el ascendente.
- Aumentar el número de usuarios que pueden colgar de una misma fibra, máximo es 64 (el sistema está preparado para dar hasta 128).

DWDM

CONTENIDO

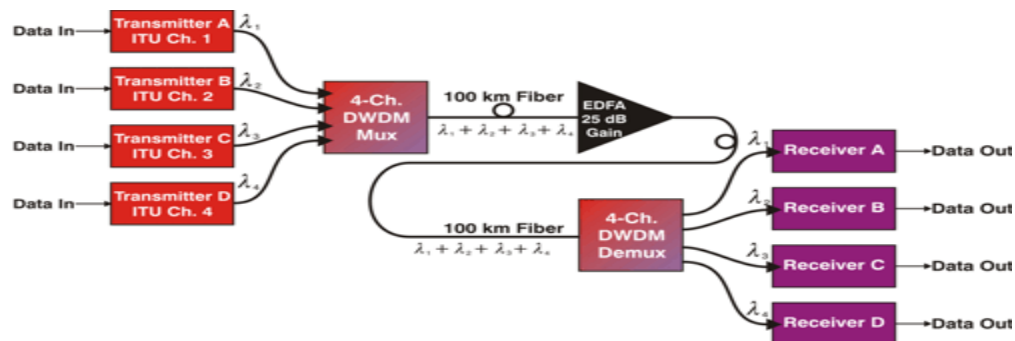
DWDM es el acrónimo, en inglés de Dense Wavelength Division Multiplexing, que significa multiplexado compacto por división en longitudes de onda. Los primeros sistemas de transmisión por fibra óptica ponían la información en hebras de vidrio mediante simples pulsos de luz. Se encendía y se apagaba una luz para representar los unos y los ceros de la información digital.

El primer sistema WDM en combinar dos señales portadoras hizo su aparición alrededor de 1985. A principios del siglo XXI, la tecnología permite combinar hasta 160 señales con un ancho de banda efectivo de unos 10 gigabits por segundo. Las operadoras ya están utilizando los 40 Gbit/s. No obstante la capacidad teórica de una sola fibra óptica se estima en 1600 Gbit/s. De manera que es posible alcanzar mayores capacidades en el futuro, a medida que avance la tecnología.

COMO FUNCIONA

DWDM es un método de multiplexación muy similar a la Multiplexación por división de frecuencia que se utiliza en medios de transmisión electromagnéticos. Varias señales portadoras (ópticas) se transmiten por una única fibra óptica utilizando distintas longitudes de onda de un haz láser en cada una de ellas. Cada portadora óptica forma un canal óptico que podrá ser tratado independientemente del resto de canales que comparten el medio (fibra óptica) y contener diferente tipo de tráfico. De esta manera se puede multiplicar el ancho de banda efectivo de la fibra óptica, así como facilitar comunicaciones bidireccionales. Se trata de una técnica de transmisión muy atractiva para las operadoras de telecomunicaciones ya que les permite aumentar su capacidad sin tender más cables ni abrir zanjas.

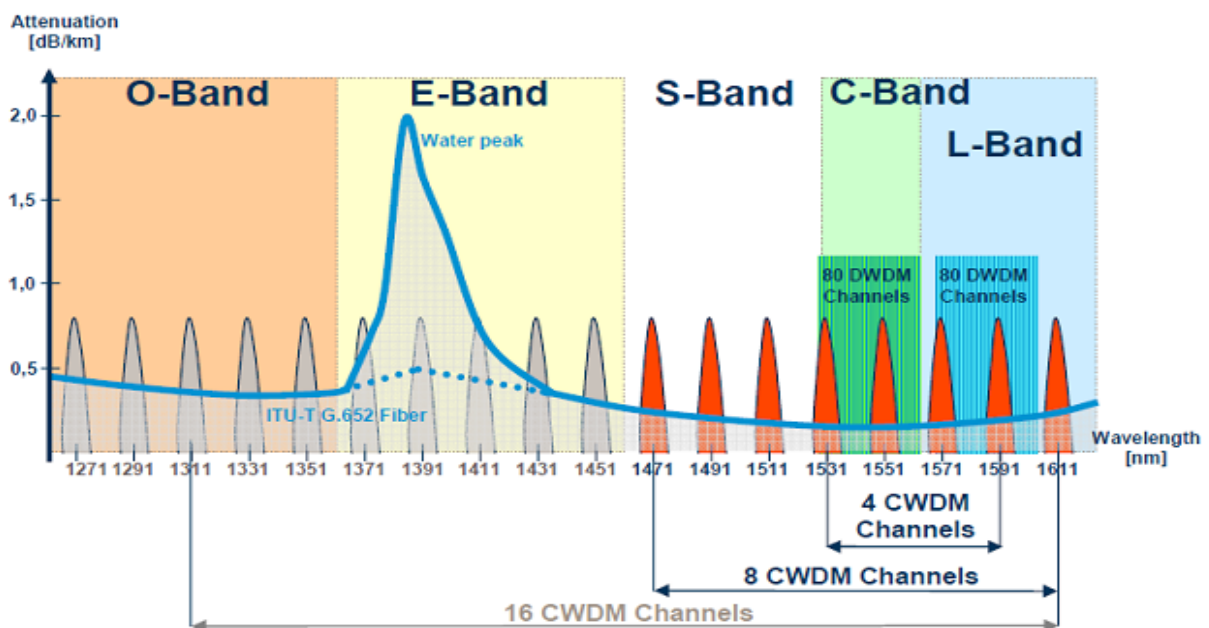
La DWDM está diseñada para transmisiones de larga distancia donde las longitudes de onda están compactadas. Los proveedores han descubierto diversas técnicas para comprimir 32, 64 o 128 longitudes de onda en una fibra. Cuando están reforzados por los amplificadores de fibra dopada con erbio (EDFA)—un tipo de potenciador del rendimiento para comunicaciones de alta velocidad—estos sistemas pueden funcionar a través de miles de kilómetros.



Los canales densamente poblados no están libres de limitaciones. En primer lugar, se necesitan filtros de alta precisión para separar una longitud de onda específica sin interferir con las vecinas. Los filtros no son baratos. En segundo lugar, los láseres de precisión deben mantener los canales en el objetivo exacto. Esto casi siempre significa que estos láseres deben operar a una temperatura constante. Los láseres de alta precisión y alta estabilidad son muy costosos, como así también los sistemas de enfriamiento asociados.

Para transmitir mediante DWDM son necesarios dos dispositivos complementarios: un multiplexor en lado transmisor y un demultiplexor en el lado receptor. A diferencia del CWDM, en DWDM se consigue un mayor número de canales ópticos reduciendo la dispersión cromática de cada canal mediante el uso de un láser de mayor calidad, fibras de baja dispersión o mediante el uso de módulos DCM "Dispersion Compensation Modules". De esta manera es posible combinar más canales reduciendo el espacio entre ellos. Actualmente se pueden conseguir 40, 80 o 160 canales ópticos separados entre sí 100 GHz, 50 GHz o 25 GHz respectivamente.

Está definido para la banda de 1530 – 1610 nm, espaciado entre canales de 0,8 nm y 1,6 nm



DISTRIBUCIÓN DE CANALES DWDM ESTÁNDAR

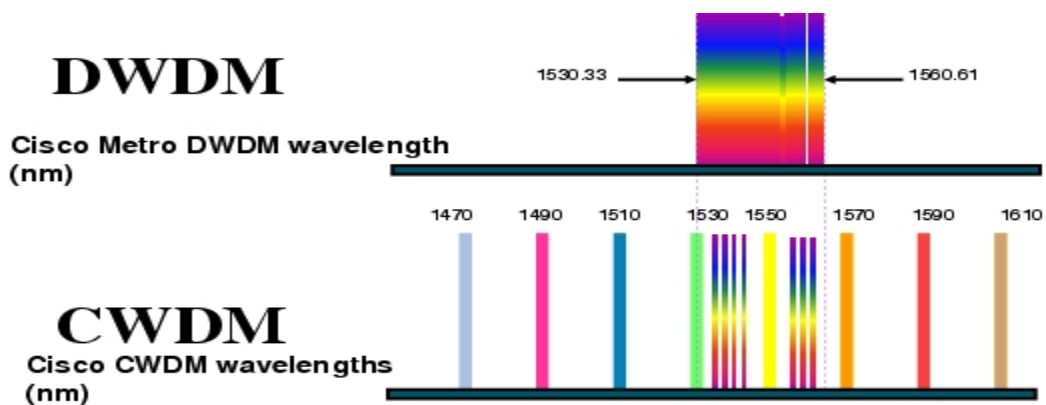
- Espacio oficial entre canales: 100 GHz (41 canales de 0,8 nm) y 50 GHz (82 canales de 0,4 nm)
- Banda C -es la más convencional- es la que usa longitud de onda más corta (~1530)
- Banda L es de longitud de onda más larga (hasta 1610 nm)
- Se empieza a utilizar el espaciado de 50 GHz (o incluso de 25 y 12,5 GHz: WDM ultra-denso) y también las bandas de 1490 nm

PERSPECTIVAS DE CWDM Y DWDM

La tecnología CWDM no cubre grandes distancias porque su señal lumínica no está amplificada, lo cual permite mantener los costes bajos pero también limita las distancias máximas de propagación. Los proveedores pueden mencionar rangos de funcionamiento de 50 a 80 kilómetros, con distancias de 160 kilómetros factibles mediante amplificadores de señales. La CWDM soporta pocos canales, lo que puede resultar adecuado para operadores metropolitanos que prefieren empezar modestamente para luego expandirse a medida que aumente la demanda.

Los sistemas de señalización sin amplificar mantienen los costes iniciales bajos y aún pueden mantener una alta tolerancia a las pérdidas. Siempre que se utilice una señal no amplificada existe una compensación entre la capacidad y la distancia. O bien se hacen redes extensas con menos nodos o redes más cortas con muchos nodos.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS entre DWDM y CWDM



CWDM

Definida por longitudes de onda.

Comunicaciones de corto alcance (50 a 80 km)

Utiliza frecuencias de amplio espectro.

Las longitudes de onda se diseminan.

Utiliza frecuencias de amplio espectro.

Divide el espectro en grandes trozos.

La señal lumínica no está amplificada

DWDM

Definida por frecuencias.

Transmisiones de larga distancia.

Frecuencias angostas.

Longitudes de onda compactadas.

Se requieren láseres de precisión para mantener los canales dentro del objetivo

Divide el espectro en pequeñas partes.

Se puede utilizar señal lumínica amplificada.

SDH

Contenido

La jerarquía SDH se desarrolló en EE. UU. bajo el nombre de SONET y posteriormente el CCITT en 1989 publicó una serie de recomendaciones donde quedaba definida con el nombre de SDH.

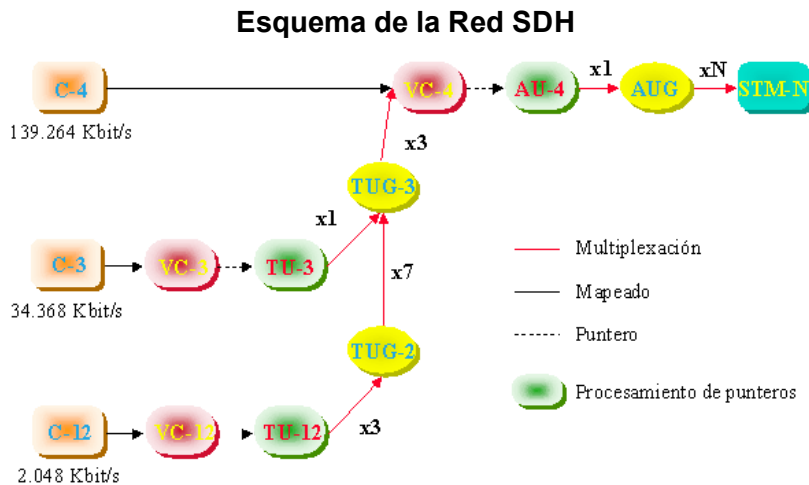
Uno de los objetivos de esta jerarquía estaba en el proceso de adaptación del sistema PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy - Jerarquía digital plesiócrona), ya que el nuevo sistema jerárquico se implantará paulatinamente y debía convivir con la jerarquía plesiócrona instalada.

Dentro de los componentes de SDH están los regeneradores los cuales se encargan de regenerar los ciclos del reloj y amplificar las señales que han sido atenuadas por ruidos, alguna dispersión o distorsión.

Los multiplexores que se emplean para combinar la señal de entradas psincronas y las terminales que son asincronas en señales STM de mayor velocidad

Los multiplexores add/drop (ADM) son los que permiten insertar, extraer o eliminar señales psincronas y sincronas de mayor velocidad dentro del flujo SDH

Los transconectores digitales que permiten mapear la señal desde PDH con los conectores virtuales así como conmutar múltiples contenedores virtuales hasta que lleguen a una máxima jerarquía de nivel 4.



En primera instancia nos marca los contenedores que son las señales psincronas que entran a la red SDH, la red SDH después de hacer una nivelación de velocidades realiza un mapeado, luego agrega punteros los cuales se utilizan como identificadores para agregar o quitar canales dentro de la red y hace el proceso de multiplexado, los punteros de realizan su actividad hasta obtener la señal de salida STM (módulo de transporte síncrono es la nomenclatura que se utiliza para realizar esa señal)

Descripción de SDH.

La existencia de diversas jerarquías digitales la europea y la americana hacen que cuando el tráfico sobrepasa las fronteras nacionales haya la necesidad de efectuar conversiones generalmente costosas para llevar la señal a otro país, esto y las desventajas de la PDH forzaron a crear una jerarquía digital que proporcione un estándar mundial unificado que a su vez ayude a que la administración de la red sea más efectiva y económica, además de satisfacer la demanda de nuevos servicios y más capacidad de transmisión por parte de los usuarios.

En palabras simples podemos considerar a las transmisiones SDH como tuberías, las cuales portan tráfico en forma de paquetes de información. Estos paquetes son de aplicaciones tales como PDH, ATM o IP.

Las principales características que encontramos en cualquier sistema de red de transporte SDH son las siguientes:

- Multiplexión digital
- Fibra óptica
- Esquemas de protección
- Topologías en anillo
- Gestión de red
- Sincronización

Redes de Gestion SDH

La gestión de estas redes desde un único lugar remoto es una prestación importante para los operadores, se ha desarrollado software que permite gestionar todos los nodos y caminos de tráfico desde un único operador el mismo que puede gestionar una variedad grande de funciones tales como el aprovechamiento de la capacidad de respuesta a la demanda de clientes y la monitorización de la calidad de una red.

Dentro de la red de cualquier operador SDH es la tecnología de transporte más extendida, desde su concepción SDH ha demostrado su eficacia garantizando una robusteza excepcional con el fin de absorber el transporte del creciente volumen de datos y satisfacer las necesidades de conectividad de muchas organizaciones.

SDH a evolucionado ofreciendo mayor cantidad de transmisión y nuevas interfaces de servicio, en la mayor parte de las organizaciones este proceso de adaptación supone importante inversiones de equipamiento SDH alargando los ciclos de amortización, la solución ofrecida por telnet permite a aquellos operadores que tengan una red SDH prestar los servicios Gigabit, ethernet, fiber channel, escon o ficon de una manera transparente y económica.

Componentes que constituyen una red SDH

Un equipo de red SDH multiplexor ADD drop terminal de linea optical o radio enlace proconnect, etc, puede visualizarse como una serie de unidades con distintas misiones y funciones, la

unidad de control mantiene actualizada la base de datos del equipo y permite la comunicación con el operador de la terminal local.

La interfaz f permite comunicar al equipo con una PC, netbook o laptop exteriores de forma tal que pueden realizarse funciones de programación local, esta función es necesaria en la configuración inicial del equipo cuando aún no se han ingresado los parámetros de comunicación de red direcciones mac, ip, que permiten la conexión remota.

La comunicación entre los equipos que forman un enlace SDH ubicado en distintas estaciones se realiza mediante un canal de comunicación dedicado a la trama STM1 modulo de transporte síncrono, dicho canal se llama DCC(delta communication channel).

En una estación pueden coexistir distintos tipos de equipos SDH, multiplexores, terminales de fibra óptica, radioenlaces, etc. y distintos enlaces que conforman la red para efectuar la interconexión de los mismos se requiere de una interfaz Q desde una unidad de gestión.

Ventajas de SDH

- El proceso de multiplexación es mucho más directo. La utilización de punteros permite una localización sencilla y rápida de las señales tributarias de la información.
- El procesamiento de la señal se lleva a cabo a nivel de STM-1. Las señales de velocidades superiores son síncronas entre sí y están en fase por ser generadas localmente por cada nodo de la red.
- Las tramas tributarias de las señales de línea pueden ser subdivididas para acomodar cargas plesiócronas, tráfico ATM o unidades de menor orden. Esto supone mezclar tráfico de distinto tipo dando lugar a redes flexibles.
- Compatibilidad eléctrica y óptica entre los equipos de los distintos proveedores gracias a los estándares internacionales sobre interfaces eléctricos y ópticos.

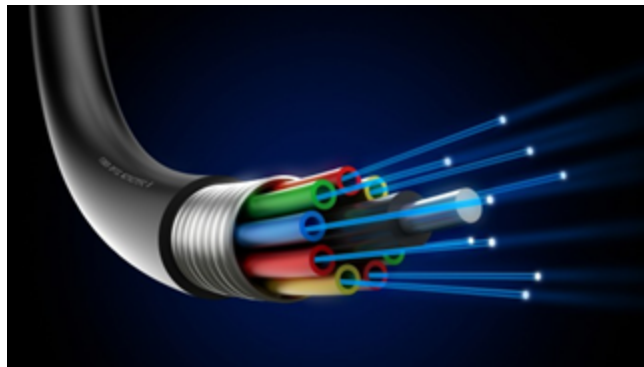
Desventaja SDH

- Como única desventaja de SDH tenemos los menores anchos de banda soportados frente a la DWDM (*Dense Wavelength Division Multiplexing*) o multiplexación por división en longitud de onda.

FIBRA ÓPTICA

Los circuitos de fibra óptica son filamentos de vidrio (compuestos de cristales naturales) o plástico (cristales artificiales), del espesor de un pelo (entre 10 y 300 micrones).

Llevar mensajes en forma de haces de luz que realmente pasan a través de ellos de un extremo a otro, donde quiera que el filamento vaya (incluyendo curvas y esquinas) sin interrupción. La fibra óptica es una guía de ondas dieléctrica que opera a frecuencias ópticas.



Aplicaciones

➤ Comunicaciones con fibra óptica

La fibra óptica se emplea como medio de transmisión en redes de telecomunicaciones ya que por su flexibilidad los conductores ópticos pueden agruparse formando cables.

➤ Sensores de fibra óptica

Las fibras ópticas se pueden utilizar como sensores para medir: tensión, temperatura, presión y otros parámetros.

➤ Iluminación

Otro uso que se le da a la fibra óptica es la iluminación de cualquier espacio.

➤ Más usos de la fibra óptica

- Se puede usar como una guía de onda en aplicaciones médicas o industriales en las que es necesario guiar un haz de luz hasta un blanco que no se encuentra en la línea de visión.
- Es posible usar latiguillos de fibra junto con lentes para fabricar instrumentos de visualización largos y delgados llamados endoscopios.
- Usos decorativos incluyendo iluminación, árboles de Navidad.
- Líneas de abonado

Funcionamiento

Su funcionamiento se basa en transmitir por el núcleo de la fibra un haz de luz, tal que este no atraviese el revestimiento, sino que se refleje y se siga propagando.

Esto se consigue si el índice de refracción del núcleo es mayor al índice de refracción del revestimiento, y también si el ángulo de incidencia es superior al ángulo límite.

Ventajas

- Una banda de paso muy ancha
- Pequeño tamaño
- Gran flexibilidad
- Gran ligereza
- Inmunidad total a las perturbaciones de origen electromagnético

- Gran seguridad
- No produce interferencias.
- Insensibilidad a las señales parásitas
- Atenuación muy pequeña independiente de la frecuencia
- Gran resistencia mecánica
- Resistencia al calor, frío y corrosión.
- Facilidad para localizar los cortes gracias a un proceso basado en la telemetría
- Con un coste menor respecto al cobre.

Desventajas

- La alta fragilidad de las fibras.
- Necesidad de usar transmisores y receptores más costosos.
- Los empalmes entre fibras son difíciles de realizar
- No puede transmitir electricidad para alimentar repetidores intermedios.
- La fibra óptica convencional no puede transmitir potencias elevadas.
- No existen memorias ópticas.
- La fibra óptica no transmite energía eléctrica
- Las moléculas de hidrógeno pueden difundirse en las fibras de silicio y producir cambios en la atenuación.

GPON

(Gigabit Passive Optical Network o Red Óptica Pasiva con Capacidad de Gigabit.

Es una tecnología de acceso mediante fibra óptica con arquitectura punto a multipunto más avanzada en la actualidad, en el que todos los usuarios reciben la misma información, pero sólo quedan con la que está dirigida hacia ellos, y son soluciones de acceso de alta capacidad para servicios triple-play (voz, vídeo y datos).

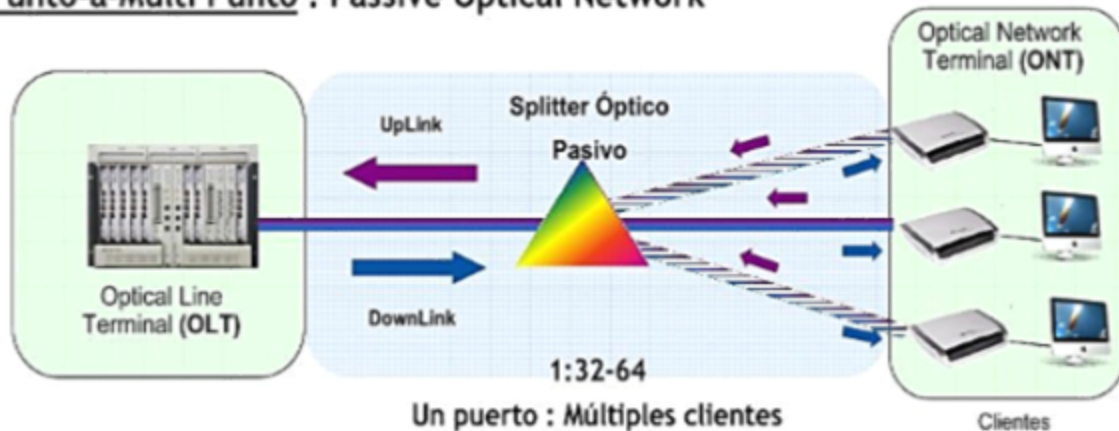
CARACTERÍSTICAS DE GPON

- La principal motivación de GPON era ofrecer mayor ancho de banda, mayor eficiencia de transporte para servicios IP
- GPON ofrece una estructura de trama escalable de 622 Mbps hasta 2,5 Gbps, así como soporte de tasas de bit asimétricas.
- La velocidad más utilizada por los actuales suministradores de equipos GPON es de 2,488 Gbps *downstream* y de 1,244 Gbps *upstream*.
- La red de acceso es la parte de la red del operador más cercana al usuario final, por lo que se caracteriza por la abundancia de protocolos y servicios.
- Además, GPON implementa capacidades de OAM (*Operation Administration and Maintenance*) avanzadas, ofreciendo una potente gestión del servicio extremo a extremo.
- Una de las características clave de PON es la capacidad de sobresuscripción.
- En una red GPON, se asigna una longitud de onda para el tráfico de datos (Internet, VoIP, IPTV, etc.) downstream (1.490 nm) y otra para el tráfico upstream (1.310 nm).

- De este modo, el vídeo/TV puede ser ofrecido mediante dos métodos distintos simultáneamente: RF (radio frecuencia) e IPTV. Mediante RF las operadoras de cable pueden hacer una migración gradual hacia IPTV.

TOPOLOGÍA DE UNA RED GPON

Punto-a-Multi Punto : Passive Optical Network



ELEMENTOS DE UNA RED GPON

Los elementos de una red GPON son:

- Fibra Óptica: Como medio de transporte es una guía de onda dieléctrica
- OLT (Optical Line Termination): Elemento activo situado en la central telefónica. De él parten las fibras ópticas hacia los usuarios (cada OLT suele tener capacidad para dar servicio a varios miles de usuarios)
- ONT (Optical Network Termination): Es el elemento situado en casa del usuario que termina la fibra óptica y ofrece las interfaces de usuario. Existe una gran variedad de ONTs, en función de los servicios que se quieran ofrecer y las interfaces que ofrezcan al usuario:
 - Interfaces fast ethernet y gigabit ethernet
 - Interfaces RJ11
 - Interfaces E1 o STM-1
- MDU (Multi Dwelling Unit): Permite ofrecer servicio a múltiples usuarios, frente a las ONTs que dan servicio a un único cliente. Existen varios modelos de MDU entre los que destacan estos dos:
 - ○ MDU XDSL
 - ○ MDU con interfaces fast ethernet
- SPLITTERS: Los splitters o cajas separadoras son unidades especiales de interconexión empleadas en tomas de sonido.

CARACTERÍSTICAS Y TÉCNICAS

Multiplexación de la Información

Tanto el sentido descendente como el ascendente viajan en la misma fibra óptica. Para ello se utiliza una multiplexación WDM (Wavelength Division Multiplexing).

Potencia y Alcance

El alcance de un equipo viene dado por la atenuación máxima que es capaz de soportar sin perder el servicio. La atenuación máxima soportada por un sistema vendrá dada por la potencia máxima garantizada por la OLT menos la potencia mínima que es capaz de percibir la ONT.

Sentido Descendente – TDM

Se utiliza tecnología conceptualmente similar a TDM (Time Division Multiplexing). Todos los datos se transmiten a todas las ONTs (el splitter es un elemento pasivo que simplemente replica los datos).

Sentido Ascendente – TDMA

Se utiliza tecnología conceptualmente similar a TDMA (Time Division Multiple Access). La OLT controla el canal ascendente, asignando ventanas a las ONT. Se requiere un control de acceso al medio para evitar colisiones y para distribuir el ancho de banda entre los usuarios.

Identificación de Usuarios

Todos los elementos situados entre OLT y ONT (fibra óptica, splitters, repartidores y conectores) son elementos pasivos (no requieren alimentación eléctrica). Esto implica que la OLT necesita un mecanismo que le permita identificar a cada uno de los usuarios que tiene conectados a una misma fibra.

Configuración Remota de las ONT

Uno de los principales problemas que se ha intentado resolver en la tecnología GPON ha sido el conseguir gestión remota del equipamiento de usuario, ya que cada visita a casa del cliente supone un elevado coste económico. Esto permite reducir los costes derivados del OPEX.

Protocolos de Enlace

La norma GPON contempla dos posibilidades referentes a los protocolos de enlace que se pueden utilizar:

- ATM: es el utilizado por APON y BPON, por lo que es una solución continuista.
- GEM (GPON Encapsulation Method): se trata de un nuevo protocolo definido para en GPON.

Implementación Multicast

Multicast es el protocolo utilizado para la difusión de televisión. No confundir con el servicio de video bajo demanda. Este protocolo, integrado en la ONT, OLT y decodificador, permite al usuario seleccionar el canal de televisión que recibe en cada momento.

VENTAJAS

- Aumenta el alcance hasta los 20 km (desde la central).
- Ofrecen mayor ancho de banda
- Mejora la calidad del servicio debido a la inmunidad que presenta la fibra frente a los ruidos electromagnéticos.
- Se simplifica el despliegue de fibra óptica gracias a su topología
- Se reduce el consumo por no haber equipos activos
- Más baratas que las punto a punto.

CONCLUSIONES

- SDH ofrece dos beneficios principales: gran flexibilidad de configuración en los nodos de la red y aumenta las posibilidades de administración tanto del tráfico como de los elementos de la red
- GPON ofrecer mayor ancho de banda, mayor eficiencia de transporte para servicios IP y da soluciones de acceso de alta capacidad para servicios triple-play.
- GPON mejora la calidad del servicio debido a que la fibra óptica es inmune a los ruidos electromagnéticos
- DWDM es una tecnología que se usa exclusivamente en fibra óptica y ofrece altas velocidades y mayores distancias.
- DWDM es una tecnología que requiere un equipo láser de alta precisión y tiene un gran coste de mantenimiento.
- DWDM trabaja en la Banda C y Banda L que va desde 1530nm hasta 1610nm

Bibliografía

https://es.wikipedia.org/wiki/Jerarqu%C3%ADa_digital_s%C3%ADncrona
<http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4155/1/CD-0904.pdf>
<http://www.monografias.com/trabajos15/jerarquia-digital/jerarquia-digital.shtml#CONCLU>
<http://es.slideshare.net/diarknezs/gpon-diapositivas>
<http://www.ramonmillan.com/tutoriales/gpon.php>
<http://www.ccapitalia.net/descarga/docs/2012-gpon-introduccion-conceptos.pdf>
<http://www.monografias.com/trabajos13/fibropt/fibropt.shtml>
http://www.uazuay.edu.ec/estudios/sistemas/teleproceso/apuntes_1/optica.htm
<https://es.wikipedia.org/wiki/DWDM>