

Sistemas FTTH (Fiber to the Home)

Artículo cedido por Daniel Grubb

Departamento de
Soporte & Integración
de Rohde & Schwarz
España

Figura 1.

Las redes de fibra óptica para FTTH (Fibra hasta la casa), permiten ofrecer a los clientes prácticamente cualquier servicio gracias a su gran ancho de banda. Por lo menos de momento, este ancho de banda se presenta como ilimitado para los servicios de Voz, Datos y Video.

Las instalaciones para FTTH presentan diferencias respecto a las instalaciones de fibra óptica "tradicionales". Estas diferencias surgen de las topologías y modos de trabajo utilizados en los sistemas FTTH.

En primer lugar, en la mayoría de los sistemas donde se utiliza fibra óptica como medio de transporte, las conexiones son punto a punto. Para FTTH, las conexiones son punto a multipunto, pudiendo existir varios puntos de distribución en el sistema.

Hasta ahora, generalmente, se ha utilizado una sola longitud de onda (a pesar de que los sistemas DWDM utilicen varias portadoras, todas éstas están en el mismo rango de longitud de onda). Los sistemas FTTH utilizan 2 o 3 longitudes de onda bastante separadas entre sí: 1310nm, 1490nm y 1550nm.

Cada uno de los tramos de fibra óptica desplegada estaba asociado a una única señal. Es decir, cualquier señal podía transmitir en cualquier momento, ya que disponía de una fibra dedicada a la misma. En FTTH se utiliza la división en el tiempo para que cada uno de los clientes pueda transmitir la Voz y Datos por tramos comunes de fibra óptica.

Resumiendo: en los sistemas FTTH nos encontramos con que las señales se dividen en espacio, en frecuencia y también en el tiempo. Además, las topologías e interconexiones son más complejas.

Por ese motivo, tanto las medidas como los instrumentos de medida necesarios para FTTH tienen requerimientos diferentes a los hasta ahora utilizados en instalaciones de fibra óptica.

Esto afecta a las medidas de pérdidas, pérdidas de retorno, medidas reflectométricas, medidas de potencia de las señales del sistema. Además, es necesario realizar las medidas en campo.

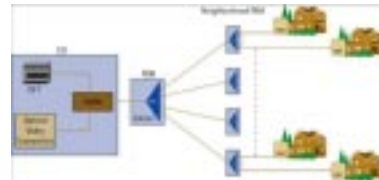
Descripción de los sistemas FTTH

Los sistemas FTTH permiten llegar desde la central hasta la casa del cliente por medio de fibra óptica. Es frecuente encontrarse con soluciones intermedias: FTTC (Fiber-To-The-Curb), FTTB (Fiber-To-The-Building), FTTCab (Fiber-To-The-Cabinet), FTTP (Fiber-To-The-Premise). Estos se agrupan como sistemas FTTx, donde la fibra llega hasta "x", y luego se alcanza al cliente por medio de cobre y utilizando generalmente tecnologías xDSL.

Volviendo a los sistemas FTTH, las señales transmitidas desde la central son divididas por medio de splitters en uno o varios puntos de la red, para llegar con fibra óptica a cada uno de los clientes. Pueden utilizarse conectores, fusiones o combinaciones de ambos para la interconexión. La ITU-T especifica una longitud máxima en 20km para la red. La utilización de un splitter de 1x32 introduce una pérdida de unos 16 dB, con lo cual es necesario controlar cuidadosamente las pérdidas del resto de los elementos.

Los sistemas FTTH utilizan 2 o 3 longitudes de onda, para la separación de los tipos de señales del sistema:

- 1310nm para Voz y Datos, desde el ONT al OLT (Upstream, del Cliente a la Central).
- 1490nm para Voz y Datos (y en muchos casos Video, IPTV) desde el OLT al ONT (Downstream, de la Central al Cliente).
- 1550nm para Video de RF, desde la Central al ONT (Downstream, de la Central al Cliente). Muchas veces esta señal no se utiliza.



Desde la central el OLT (Optical Line Terminal) se transmiten Voz y Datos a los clientes, utilizando la longitud de onda de 1490nm. También puede incluir señal de video (IPTV). Puede utilizarse la longitud de onda de 1550nm para transmitir video. En estos casos las 2 longitudes de onda, se combinan en un acoplador WWDM (Wide Wavelength-Division-Multiplexer).

En cada uno de los clientes, el ONT (Optical Network Termination) recibe las señales del OLT, y transmite Voz y Datos en la longitud de onda de 1310nm. La separación de las señales de cada uno de los clientes de la transmisión de Voz y Datos se realiza por el método de división en tiempo. Esto es necesario ya que el OLT va a recibir las señales de los ONTs por la misma fibra y a la misma longitud de onda (1310nm). Los ONTs transmiten en la ranura de tiempo que les especifica el OLT. Si el ONT no recibe la señal del OLT, éste deja de transmitir.

Varios protocolos han sido definidos para sistemas FTTH o PON (Passive Optical Networks):

- APON (ATM-PON). Definido según la recomendación del ITU-T G.983.1. Es un sistema basado en ATM hasta 155Mb/s. Este sistema no llegó a ser implantado en la práctica.
- BPON (Broadband PON). Definido según la recomendación del ITU-T G.983.3. Se agrega la posibilidad de transmisión a 1550nm para Video de RF. Las velocidades máximas son de 155Mb/s Upstream (del cliente a la central) y de 622Mb/s Downstream (de la central al abonado). Es el sistema que más se utiliza en la actualidad, sobre todo en Estados Unidos.

- GPON (Gigabit PON). Definido según la recomendación del ITU-T G.984. Permite llegar a velocidades de 2,5Gb/s en ambas direcciones. Se espera que esta sea la solución en el futuro en Estados Unidos y Europa.

- EPON (Ethernet Based PON). Definido por el IEEE por el grupo 802.3ah. Permite trabajar a velocidades de 1,25Gb/s, simétrico. Es la solución más utilizada en Asia.

Existen discusiones acerca de las ventajas y desventajas de cada uno de estos protocolos, y al día de hoy no hay una decisión definitiva por parte de los operadores del sistema a adoptar.

Los componentes que forman parte del sistema se denomina ODN (Optical Distribution Network). Se han definido tres clases de ODN: Clase A, B y C. Según su clase, se especifica la atenuación total y la pérdida de retorno permitida. Existen diferencias en caso que sea utilizado GPON o EPON (para este último sólo se han especificado las clases A y B). Los parámetros para cada una de las clases se resumen en la tabla 1:

Protocolo	Clase	Pérdida Retorno Total (dB)	Atenuación Total (dB)
GPON	A	32	25
GPON	B	32	25
GPON	C	32	30
EPON	A	20	19,5
EPON	B	20	23,5

Con los protocolos anteriores, se puede trabajar a distintas velocidades. Según la combinación de clase y protocolo se especifica un rango de potencia que debe llegar a los receptores en la casa del cliente.

Medidas pasivas del sistema

Medidas de Pérdidas

Como cualquier sistema de fibra óptica, las medidas básicas para asegurar el correcto funcionamiento incluyen las pérdidas totales extremo a extremo y las pérdidas de

retorno. Estas medidas no son nuevas, pero en FTTH se hacen más críticas ya que es necesario enviar altas potencias, debido a las pérdidas que introducen los splitters.

Al tratarse de conexiones punto a multipunto, existen muchos elementos y secciones que contribuyen a elevar la pérdida de retorno, que puede llegar a afectar la fuente. Además, en los sistemas FTTH, el no controlar adecuadamente las pérdidas de retorno puede originar el efecto de MPI (Multipath Interference). Debido a las múltiples reflexiones en distintos puntos de la red, la misma señal puede llegar al receptor por distintos caminos, pero en momentos diferentes. Esto es especialmente importante para el caso de la transmisión de señales de TV, que puede causar la aparición de fantasmas en la imagen.

Para comprobar todas estas medidas y a todas las longitudes de trabajo, EXFO, distribuido en España por Rohde & Schwarz, ha diseñado el FOT-930 (Fig. 2). Mediante la tecla de Fasttest, en sólo 10 segundos se obtienen las medidas de pérdida de extremo a extremo, la pérdida de retorno para las 3 longitudes de onda (1310, 1490 y 1550nm), de forma bidireccional y, además, la longitud del enlace.

Permite establecer umbrales para calificar la fibra como pasa o no pasa, a cada longitud de onda y para cada medida. Por medio de colores (Verde-Pasa, Rojo-No Pasa) se visualiza rápidamente la conformidad o no conformidad de la instalación.



Medidas Reflectométricas

Las medidas reflectométricas deberían realizarse a las 3 longitudes de onda de trabajo del sistema. La utilización de la longitud de onda de 1490nm es especialmente importante debido a la cercanía del pico de atenuación por agua (water-peak) que se encuentra relativamente cerca (a 1383nm), sobre todo cuando se utilizan fibras anti-guías.

La tendencia "normal" para realizar la medida es la de situarse desde el lado de la central hacia los clientes siguiendo el "sentido normal de transmisión". Contando con un OTDR adecuado, se puede tener una imagen "completa" del sistema. Pero esta medida encuentra 2 problemas: la gran pérdida debida al splitter y que la curva presentada en pantalla por el OTDR es unidimensional.

El primer problema se soluciona utilizando un OTDR adecuado con capacidad para sobrepasar la gran caída del splitter y comprender que no es el fin de la fibra. Muchos OTDRs antiguos (y algunos nuevos) no pueden superar la barrera del splitter: no son capaces de identificar las caídas del mismo y/o no pueden realizar las medidas después del mismo. Los OTDRs de EXFO están preparados para que puedan medir las fibras de los clientes que se encuentran a continuación del splitter.

El segundo problema no es solucionable por medios técnicos de instrumentos de medida. La única posibilidad para comprender y extraer información de la curva del OTDR, es saber de antemano la distancia aproximada a la que se encuentra cada uno de los abonados.

También es necesario tener en cuenta que no es posible saber la pérdida de la fibra óptica en cada uno de los enlaces, ya que después del splitter cada una de las ramas está superpuesta en la gráfica del OTDR.

Tabla 1.

Figura 2.

Figura 5.

A pesar de las limitaciones anteriores, la medida desde la central es útil para tener una fotografía de cómo está la red en condiciones normales y poder compararla en el futuro para encontrar fallos.

Pueden obtenerse más detalles e información de una medida reflectométrica, haciéndola desde el lado del cliente. Esto permite comprobar el estado de la instalación de un cliente de extremo a extremo. Aunque esto significa que es necesario trasladar un técnico a cada uno de los clientes para poder obtener una información completa del estado de la red.

Figura 4.

Medidas con el sistema activo

Una vez verificadas las pérdidas, es conveniente verificar los niveles de potencia de cada una de las señales en distintos puntos de la red y para cada uno de los clientes. Es necesario tener en cuenta que para comprobar la transmisión del ONT del cliente debe mantenerse la comunicación con el OLT y medir solamente en el intervalo que el mismo transmite.

Figura 3.



Teniendo en cuenta lo anterior, EXFO ha desarrollado el PPM-350 (PON Power Meter) (Fig. 3) que permite realizar las medidas en las 3 longitudes de onda en forma simultánea sin que el servicio o la comunicación entre el OLT y ONT sea interrumpido. La comunicación se mantiene entre la central y el cliente, utilizando 2 conectores en modalidad de paso. Mediante filtros adecuados se extraen muestras de la potencia de cada una de las longitudes de onda, mostrando en pantalla las medidas de potencia de cada una de ellas.



Además, el equipo tiene indicaciones de PASA/PRECAUCION/NO PASA según umbrales configurados a cada una de las longitudes de onda, indicando por colores (verde, amarillo y rojo) si el nivel medido es el adecuado. Teniendo en cuenta que se necesitan umbrales diferentes en cada punto de la red, el equipo dispone de 10 umbrales diferentes seleccionables por el operador.

Una característica importante del PPM-350, en las medidas de potencia a 1310nm, es que el equipo solamente mide en el intervalo de tiempo en el que el ONT transmite. Esto permite obtener una medida precisa de la potencia que está entregando el ONT. El PPM-350 está preparado para realizar medidas en sistemas que trabajen con B-PON, E-PON y G-PON a cualquiera de las velocidades que han sido definidas.



Una vez que el sistema está en funcionamiento pueden presentarse problemas a uno o varios clientes y que sea necesario utilizar un OTDR para poder localizar los fallos. Sin embargo, lo normal es que el resto del sistema tenga que seguir funcionando. Desconectar al cliente con problemas puede ser complicado y además no se estaría midiendo en las condiciones reales en las que se debe trabajar.

La solución en este caso es utilizar un OTDR que pueda medir en longitudes de onda de 1625nm o 1650nm. Estas señales no interfieren con el funcionamiento del sistema. El interfaz del OTDR debe contar con filtros adecuados para que las señales del sistema (que siguen llegando al OTDR) no interfieran con la medida. EXFO ofrece una línea de OTDRs que cuentan con las posibilidades anteriores, además de poder ser utilizados como OTDR estándar a otras longitudes de onda.

Entre ellos destacan el FTB-150 (Fig. 4), un OTDR compacto ideal para llevar a cabo una completa caracterización de la fibra óptica de una red de comunicaciones, soportando cualquier configuración monomodo o multimodo; el AXS-100 (Fig. 5), un OTDR portátil diseñado para la caracterización de fibra, detección e identificación de fallos en las arquitecturas FTTH, FTTC, FTTN y las redes de acceso de alta velocidad.