

## Pruebas en conexiones de fibra mixtas

Tres pasos importantes a la hora de realizar mediciones en PONs: medición selectiva de nivel, simulación de ONT y comprobación del rendimiento

Como ocurre a menudo en la vida, lo mismo ocurre en el panorama de las telecomunicaciones: algunos se precipitan, otros esperan. O dicho de otro modo: algunos quieren todo el ancho de banda posible, mientras que otros se conforman con la débil WLAN de la conexión DSL de su vecino.

La red de telecomunicaciones en Europa nunca ha sido tan diversa y, por tanto, tan compleja como lo es hoy. Un gran número de usuarios sigue accediendo a la red a través de ADSL o VDSL, pero los clientes de fibra óptica se están poniendo al día y exigen cada vez más velocidad; entre otras cosas, debido a la creciente digitalización y al aumento de las oficinas domésticas, así como a un nuevo actor en el campo de las interfaces ópticas, el XGS-PON.

Se supone que XGS-PON llevará toda la infraestructura de telecomunicaciones, al menos donde la fibra óptica ya está instalada, a un nuevo nivel de velocidad: 10 Gigabit/s es el objetivo. La particularidad es que se puede utilizar para ello la misma

¿Puede un equipo de medida con un simple medidor de potencia integrado (OPM - Optical Power Meter) seguir haciéndolo, y qué dice entonces la medición?

### Medición selectiva del nivel

En primer lugar, es preciso hacer una introducción sobre la construcción de PON. PON es una topología punto-multipunto (véase la Fig. 1) en la que los divisores ópticos (pasivos, es decir, sin alimentación activa en todo el recorrido) ponen a disposición de todos los abonados el flujo de datos transmitido por la fibra óptica. Todos los usuarios conectados a dicho divisor comparten

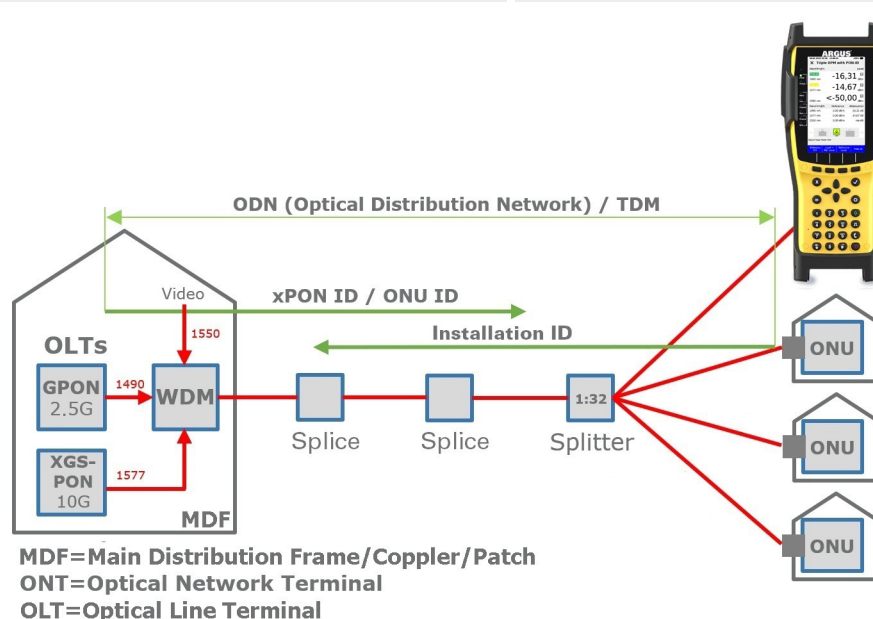


Figura 1:  
Estructura de una red GPON y XGS-PON coexistentes.

infraestructura de fibra, que ya se ha desplegado en gran medida para GPON (Gigabit Passive Optical Network). Pero esto es precisamente lo que trae consigo nuevos retos de medición. XGS-PON utiliza longitudes de onda ópticas diferentes a las de GPON, lo que permite no sólo el uso de las mismas fibras, sino también el despliegue simultáneo de GPON y XGS-PON sobre una misma línea de fibra óptica. Los equipos del lado de la conmutación y del usuario final (ONT - Optical Network Terminal) deben, por supuesto, soportarlo y, por tanto, actualizarse si es necesario.

el ancho de banda disponible proporcionado por el lado opuesto (OLT - Terminal de Línea Óptica). Según la norma GPON (ITU-T G.984.3), se trata de un máximo de 2,5 Gbit/s de bajada y 1,25 Gbit/s de subida. Todo el ancho de banda se divide entre los usuarios

individuales mediante multiplexación por división de tiempo (TDM - Time Division Multiplexing). Se utiliza una sola fibra (monomodo) para transmitir simultáneamente el flujo descendente a una longitud de onda de 1490 nm y el flujo ascendente a 1310 nm.

Con XGS-PON (ITU-T G.9807.1) se pueden transmitir 10 Gigabit/s simultáneamente en ambas direcciones mediante multiplexación por división de longitud de onda (WDM - Wavelength Division Multiplexing), además de GPON. Para ello, se utilizan longitudes de

A pesar del filtrado, es importante que el técnico pueda determinar también otras longitudes de onda (Lambda Alien) que puedan estar presentes en esta línea sin tener que cambiar el conector. Para ello, se puede utilizar la ventana óptica de 850 a 1625 nm, que es común en los OPM estándar y que también cubre las dos longitudes de onda anteriores de 1310 y 1270 nm. Esta es la única manera de garantizar que se cumplan todos los balances de potencia y que no haya transmisores no deseados.

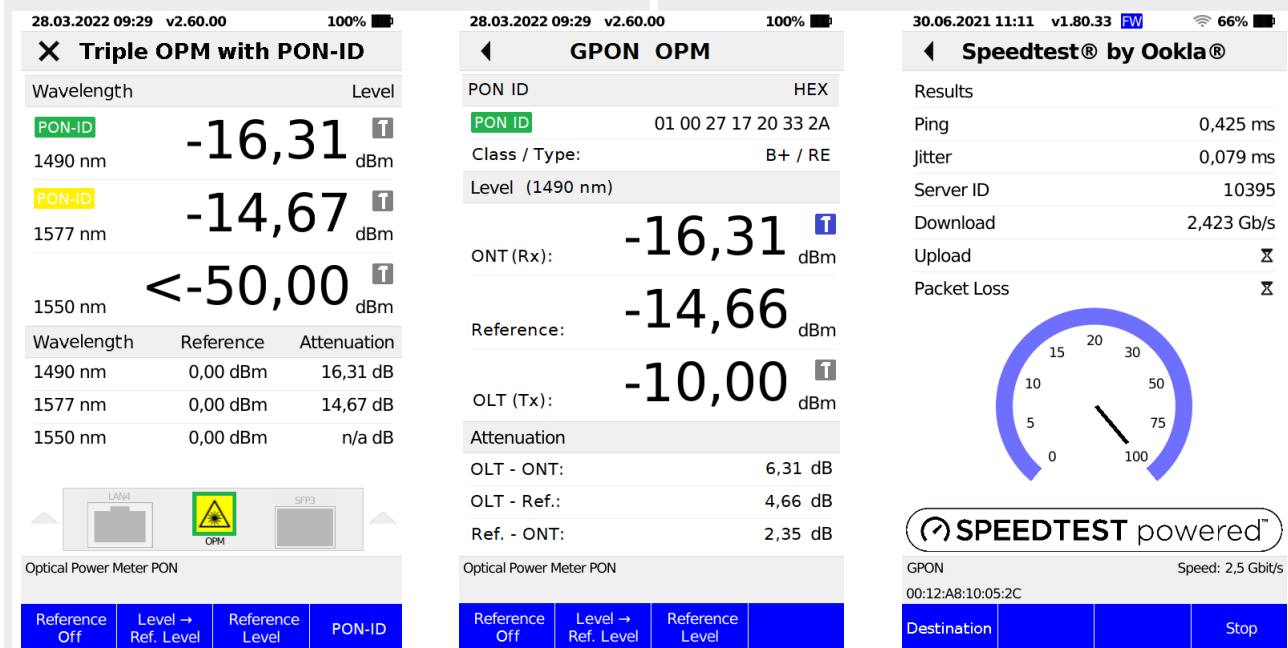


Figura 2: Secuencia de medición OPM guiada en conexiones PON mixtas: Medición de nivel, xPON-ID, Speedtest® by Ookla®.

onda de 1577 nm en sentido descendente, y 1270 nm en sentido ascendente.

Además, sigue siendo posible emitir permanentemente una superposición de vídeo a través de 1550 nm y, por tanto, hacer que los contenidos televisivos estén disponibles a través de las mismas fibras ópticas. ¿Un gran lío?

Cinco longitudes de onda simultáneas en una sola fibra: ningún medidor de potencia disponible en el mercado puede hacer frente a eso. Por lo tanto, lo que se necesita es una medición selectiva de longitudes de onda individuales en dicha conexión. Si el módem óptico (ONT) está separado de la rama PON para la medición en la fibra, se omiten las dos longitudes de onda de subida, lo que lo hace algo más claro, pero no necesariamente más fácil.

Este método o dispositivo de medición se denomina "OPM selectivo" u "OPM triple". Para ello, el dispositivo de medida debe filtrar primero las longitudes de onda esperadas en sentido descendente y así poder medir sin que le afecte el resto de señales ópticas. Hasta ahora, sólo unos pocos proveedores del mercado lo han conseguido. Si el aparato dispone de un software inteligente, puede mostrar al técnico las tecnologías presentes en la conexión, lo que supone una enorme simplificación que no hace más que allanar el camino para otras pruebas (véase la Fig. 2, ejemplos de este tipo de mediciones). Sin embargo, lo más importante es que el medidor de potencia selectivo pueda determinar el balance de potencia disponible sin pérdidas y con gran precisión ( $\pm 0,25$  dB).

Además, no hay que subestimarlos: trabajar en redes ópticas es todavía una novedad para muchos técnicos. A menudo se desconoce que la potencia proporcionada por una OLT en uno de sus puertos es extremadamente alta (hasta +15 dBm en el caso de XGS-PON, +5 dBm en el caso de GPON), ya que la luz tiene que superar kilómetros de distancia, divisores, empalmes y conectores, y la conexión directa desde la ONT o el equipo de medición sensible a la OLT conduce directa e irremediamente a la destrucción de la misma. Así que para proteger su inversión, asegúrese de que su equipo de medición está protegido contra esto y advierte al usuario.

### Conexión a la rama PON correcta

Hasta 32 ONTs, también llamadas Unidades de Red Óptica (ONUs), están conectadas al lado de la central (OLT) a través de diferentes divisores (ver Fig. 1), pero a menudo habrá menos, dependiendo de los requisitos de ancho de banda y de las condiciones locales o estructurales. Para cada topología individual, los operadores de red suelen especificar determinados balances de potencia, que pueden comprobarse mediante un OPM selectivo.

Para poder asignar correctamente los flujos de datos para cada abonado, una única OLT del lado de la central da a cada ONT un identificador PON, el ID xPON. Es único para la rama PON a la que están conectadas las ONTs (ver Fig. 1), es el ID del puerto de la OLT. Las ONTs conectadas reciben entonces un ID de ONU fijo de la OLT, que se utiliza para la identificación durante el intercambio de datos posterior.

Si el dispositivo de medición no sólo cuenta con una óptica inteligente y un asistente que permite la medición dirigida de la potencia óptica en diferentes longitudes de onda, sino también con un chip GPON completo, entonces es posible leer y mostrar el ID PON en el caso de GPON desde el mensaje PLOAM a través de OMCI (interfaz de gestión y control de ONT) o en el caso de XGS-PON como ID XGS-PON directamente desde la trama (véase la Fig. 2 en la Fig. 2). Los diodos receptores integrados en la óptica para este fin deben ser especialmente adecuados para la rápida secuencia de paquetes de datos.



Figura 3: ARGUS® 240, comprobador para GPON y XGS-PON

La tecnología de medición de fibra equipada de este modo también permite leer la potencia de transmisión de la OLT y calcular directamente la pérdida de inserción, sin necesidad de que intervenga el técnico ni de que se vuelva a conectar el cable de fibra óptica, a menudo propenso a la contaminación. Así, se dispone de tres valores importantes: la medición filtrada de la potencia óptica, la atenuación óptica del enlace y el xPON-ID. Otros parámetros leídos a través del chip, como la clase de ODN o la presencia de extensores de alcance (repetidores ópticos), pueden utilizarse adicionalmente para una evaluación pasa/falla de la conexión.

Para asegurarse de que uno está conectado a la rama PON correcta, la determinación del ID PON durante la puesta en marcha es de crucial importancia. Un OPM normal y también varios "OPM selectivos" no pueden hacer esto.

Si una ONT está conectada a una rama PON y transmite, por

ejemplo, con GPON en el flujo ascendente en una franja de tiempo que no le ha sido asignada, se denomina ONT deshonesta. Si ésta se pone en línea, todas las demás ONTs conectadas al mismo puerto PON en la OLT se desconectan o vuelven a conectarse con frecuencia. Si la ONT no está configurada, las otras ONTs que tampoco están configuradas no se detectan automáticamente.

Pero, ¿es esto suficiente para garantizar la entrega de varios gigabits/s sin interferencias?

### La disciplina suprema: pruebas de protocolo, servicio y rendimiento directamente en el cable de fibra óptica.

Si todo se ha probado o puesto en funcionamiento sin problemas hasta este punto, en realidad no hay nada que impida físicamente que la conexión funcione. Para probar por completo una conexión GPON o XGS-PON en caso de avería o para transferirla al funcionamiento continuo después del despliegue, es necesario configurar el protocolo, llevar a cabo el proceso de identificación, comprobar el funcionamiento de servicios como VoIP o IPTV y simular pruebas de velocidad de alto rendimiento mediante carga y descarga FTP/HTTP, iPerf u Ookla® (véase la Fig. 3 en la Fig. 2), al igual que con otras conexiones. Para ello, sin embargo, el comprobador PON debe ser capaz de realizar una simulación completa de la ONT. Aquí es ventajoso poder conectar la simulación de ONT por separado de la óptica para la medición de nivel. Una ranura SFP para integrar diferentes "ópticas" para GPON o XGS-PON u otros estándares (EPON, XG-PON, NG-PON2) es ideal para ello y desvincula las mediciones de nivel y rendimiento. También puede utilizarse para probar directamente la tecnología FTTH activa como variante de Ethernet activa punto a punto (PtP), que suelen ampliar los operadores de red más pequeños o en las redes de las empresas. Los transceptores sencillos pueden sustituirse cuando el conector se desgasta, lo que prolonga la vida útil del comprobador.

Por lo tanto, sólo la simulación completa de la ONT, que sólo ofrecen unos pocos fabricantes, permite la transmisión del ID de la instalación y la configuración del protocolo PPP, que también puede revelar sus propios problemas, como una contraseña incorrecta. Este es el requisito previo para poder comprobar si las descargas son posibles en absoluto y si los servicios de triple play funcionan realmente. Algunos dispositivos también pueden leer los números de teléfono a través de TR-069 y así establecer rápidamente una llamada de prueba de VoIP y comprobar la calidad de la voz.

Esta es la única forma de descartar rápidamente problemas en toda la configuración de ONT y OLT. Además del rendimiento en el tramo inferior, también se puede medir y evaluar el rendimiento en el tramo superior. Un rastreo de GPON también revela problemas en el proceso de autenticación.

### Ventajas de los analizadores combinados

GPON y XGS-PON dominarán claramente la expansión de las redes ópticas en los próximos años, y también entrarán en juego los enlaces Ethernet activos (FTTx, PtP). Si un dispositivo combina el OPM selectivo, la simulación de ONT y la medición del rendimiento precisamente para esta variedad, está idealmente adaptado a los nuevos desafíos. Algunos actores del

mercado, como el fabricante de tecnología de medida intec, con sede en Lüdenscheid, con sus dispositivos de la marca ARGUS®, también tienen la opción de complementar los métodos de medición mencionados con otros para una localización de problemas más profunda o pruebas de rendimiento más amplias. El ARGUS® 240 también puede ampliarse con una herramienta de inspección de fibras, que puede utilizarse para comprobar si los extremos de las fibras están contaminados o dañados durante cada proceso de taponamiento.

Incluso los clientes con redes muy poco homogéneas encontrarán lo que buscan: pueden seguir teniendo su nuevo probador PON completo equipado con tecnología de medición WLAN y Ethernet. Algo así es único en el mercado.

	GPON	XGS-PON
Norma UIT:	G.984.3	G.9807.1
Longitud de onda hacia abajo:	1490 nm	1577 nm
Longitud de onda arriba:	1310 nm	1270 nm
Max. Velocidad de datos:	2,5 Gbit/s/ 1,25 Gbit/s	10 Gbit/s simétricos

Tabla 1: Diferencias/comparación GPON y XGS-PON.

### Conclusión

La digitalización, que sigue siendo una necesidad urgente en muchos ámbitos, como la administración, el suministro de energía y el transporte público, seguirá requiriendo muchas soluciones de comunicación innovadoras y más eficientes y, junto con el aumento de los requisitos de ancho de banda de la oficina doméstica privada, las exigencias de los nuevos servicios de streaming UHD y la 5G, también cambiarán continuamente las telecomunicaciones y sus interfaces y redes ópticas y de cobre. Está por ver si XGS-PON y GPON podrán hacerlo en los próximos años, pero por el momento 10 Gigabits/s parece más que suficiente.

Ahora es el momento adecuado para invertir en tecnología de medición a prueba de futuro y preparar así el camino para las nuevas tecnologías.