

---

# DESARROLLO DE APLICACIÓN PARA CELULARES QUE PERMITE DETECTAR Y CORREGIR FALLAS EN REDES DE FIBRA ÓPTICA HASTA LOS HOGARES

Carvalho Gloria, Núñez Héctor, Callocchia Antonio, Brito Freddy  
Fundación Centro Nacional de Desarrollo e Investigación en  
Telecomunicaciones  
Complejo Tecnológico Simón Rodríguez,  
gcarvalho@cendit.gob.ve

## Resumen

El próximo paso en la evolución de las telecomunicaciones en Venezuela es la sustitución de la red que va desde nuestras casas hasta las centrales telefónicas (red de acceso), pasando del cable de cobre (actual) a la fibra óptica, lo que incrementará el ancho de banda y acceso a la información, sin embargo, se requerirá de un altísimo nivel de especialización para dar soporte en caso de fallas. Este trabajo se propone sistematizar todos los conocimientos y procedimientos de muy alta exigencia técnica, requeridos para dar soporte en caso de falla a la red de acceso por fibra óptica, estructurándolos de una manera sencilla en una aplicación que se ejecuta en cualquier computador o teléfono celular, permitiendo al personal de servicio técnico de las redes de acceso actuales, dar soporte a las redes de acceso del futuro, sin necesidad de incorporar personal “altamente especializado”, suprimiendo también la necesidad de costosos y exigentes cursos de capacitación dictados por los proveedores de los equipos. Incluso, un usuario curioso, puede hacer uso de la aplicación siguiendo los pasos que están a su alcance para descartar o solventar algunas fallas antes de llamar al servicio técnico. Contar con esta herramienta de manera previa a la instalación de esta tecnología en nuestro país, conocida como GPON, implica no solo el dominio tecnológico sino la “socialización de las tecnologías”. Por tratarse de una herramienta abierta y flexible, se abre a la participación colectiva para mejoras, adaptaciones y actualizaciones futuras.

**Palabras clave:** fibra óptica, GPON, red de acceso, fallas

## Introducción

La evolución de las tecnologías en general, parecen estar avanzando por un camino en donde se trata de bloquear cualquier intento de sabiduría popular. Parece intencional buscar estrategias para evitar que se puedan desarmar dos objetos de la misma naturaleza para tomar las piezas de uno y reparar el otro; cada vez son más los dispositivos cerrados, integrados, donde las soluciones en caso de avería parecen ser solo dos: comprar uno nuevo o llamar al proveedor.

Las telecomunicaciones no son la excepción, cada vez se remplazan los dispositivos por otros más especializados, más complejos, más impenetrables, y solo a través de cursos altamente especializados dictados por los mismos fabricantes es posible solventar una falla en un equipo o sistema. El próximo paso en la evolución de las telecomunicaciones en Venezuela es la sustitución de la red que va desde nuestras casas hasta las centrales telefónicas (red de acceso), pasando del cable de cobre (actual) a la fibra óptica, lo cual traerá enormes ventajas a los hogares venezolanos en términos de ancho de banda y acceso a la información, sin embargo, se requerirá de un altísimo nivel de especialización para dar soporte en caso de fallas.

La implementación de redes de acceso de fibra óptica, conocidas internacionalmente como redes FTTH del inglés “Fiber To The Home”, cambia por completo el esquema tradicional, pasamos de señales eléctricas que eran fácilmente detectables con métodos caseros: un bombillo, un corrientazo o hasta un chispazo producto de un cortocircuito intencional, a señales

ópticas, comúnmente denotadas como luz, sin embargo, esta luz está fuera del espectro visible por los humanos así que necesitamos instrumentos de detección más complejos que en el caso eléctrico. Antes bastaba el contacto físico del cable (soldado, entorchado, etc.) para garantizar la continuidad de la señal, ahora hasta una partícula de polvo, una torsión indebida de la fibra o un simple tropiezo puede sacar al sistema de operación. En el antiguo sistema existía un par de cables que conectaba a cada usuario con la central, en el nuevo sistema de la central sale una única fibra óptica que lleva la información (voz, datos, vídeos) de hasta 64 usuarios, interviniendo así una serie de factores de alta complejidad que se escapan del dominio del personal que daba mantenimiento a las redes de acceso por cobre.

Este trabajo se propone sistematizar todos los conocimientos y procedimientos de muy alta exigencia técnica, requeridos para dar soporte en caso de falla a la red de acceso por fibra óptica y estructurarlos de una manera sencilla en una aplicación que corre en cualquier computador o teléfono celular con sistema operativo basado en tecnologías libres, permitiendo así que el personal que da servicio a las redes de acceso actuales, pueda dar soporte a las redes de acceso por fibra óptica sin necesidad de ser sustituidos en funciones por personal “altamente especializado”, suprimiendo también la necesidad de costosos y exigentes cursos de capacitación dictados por los proveedores de los equipos. Incluso, un usuario curioso puede hacer uso de la aplicación siguiendo los pasos que están

a su alcance (se verá limitado hasta un cierto nivel de falla por la necesidad de instrumentación de medición) para descartar o solventar algunas fallas que estarán dentro de su alcance antes de llamar al servicio técnico.

Disponer de una aplicación con estas características antes de que inicie el proceso de instalación en nuestro país de esta tecnología estandarizada a nivel internacional como GPON, implica no solo el dominio tecnológico sino la □socialización de las tecnologías□, rompemos entonces el paradigma de que la elevada complejidad de los sistemas ópticos requiere de profesionales altamente especializados o del apoyo constante del proveedor.

El objetivo de esta investigación fue diseñar y desarrollar una aplicación computacional que permita a personas sin conocimientos técnicos especializados en fibra óptica, dar soporte en caso de fallas de la tecnología de fibra óptica hasta los hogares (FTTH).

## **Materiales y Métodos**

Se definieron un conjunto de posibles fallas que pueden ocurrir en una red de acceso basada en tecnología GPON, con base a experiencias internacionales al respecto. Ya definidos los fallos de este conjunto se estudiaron las posibles causas y los mecanismos para distinguirlos.

A partir de las recomendaciones Internacionales para redes FTTH, se establecieron las pruebas y los respectivos protocolos de medición aplicables para verificaciones de campo. Se asociaron los mecanismos para

distinguir entre fallas y los protocolos de medición, finalmente se estructuró un flujograma de las fallas y las causas asociadas, para ofrecer así una lista de pasos que solicitan al usuario ejecutar una acción y luego introducir en el celular o la computadora el resultado de su acción, en función de esto, la aplicación automáticamente procesa y la información y ubica el siguiente paso a seguir. Por cada medición requerida, se suministra al usuario un esquema visual de los pasos que debe seguir.

Se programaron todas las funcionalidades anteriores en lenguaje PHP para garantizar la compatibilidad con cualquier sistema operativo. Se instaló la primera versión de la herramienta en un teléfono celular y se realizaron un conjunto de pruebas iniciales de verificación.

Finalmente se formuló un proyecto actualmente en ejecución con fondos FONACIT para construir una maqueta de la tecnología GPON, a través de la cual será posible probar y mejorar la herramienta.

## **Resultados y Discusión**

A continuación se presentarán una serie de imágenes las cuales forman parte de distintas capturas de pantalla realizadas a la herramienta computacional desarrollada. En estas se puede apreciar la interfaz gráfica obtenida en nuestro sistema; se mostrarán estas capturas de pantallas partiendo de la pantalla de inicio y mostrando solo las pantallas más relevantes de las distintas pruebas del sistema.



**Figura 1. Pantalla principal**

En la Figura 1 se puede apreciar la interfaz gráfica que presenta la herramienta computacional obtenida, la cual por ser la pantalla de inicio nos presenta el menú principal, el cual está compuesto por:

Documentación Necesaria

Iniciar Deteccion de Fallas

Menú Usuarios Avanzados

El hipervínculo Documentación Necesaria, abre un documento en el cual se indica toda la documentación que se requiere al momento de ejecutar la herramienta y así poder llevar a cabo la detección de fallas en redes con arquitecturas FTTH bajo protocolo G-PON, el hipervínculo Iniciar Deteccion de Fallas nos redirige al primer bloque de acción del sistema de detección de fallas, dando inicio a la ejecución de la herramienta computacional, y el hipervínculo Menú Usuarios Avanzados

nos lleva a un menú detallado en el cual se puede ir directamente a una prueba determinada sin tener que ejecutar paso a paso el sistema de detección de fallas.

Este menú para usuarios avanzados se muestra a continuación en la Figura 2.

El hipervínculo acerca de, abre un documento donde se explica de forma detallada el funcionamiento y las limitaciones del sistema desarrollado.

El hipervínculo soporte teórico, nos redirige a otra ventana la cual se puede apreciar en la Figura 3.

En la página de soporte teórico, como su nombre lo indica se encuentra todo lo relacionado con los fundamentos teóricos, en los cuales está basada la herramienta computacional, en la Figura 3, se puede observar que ésta contiene 5 hipervínculos, los cuales son:



Figura 2. Menú usuarios avanzados



Figura 3. Soporte Teórico

Marco Teórico

Redes Ópticas pasivas con Capacidad de Gigabits “G-PON”

Arquitecturas de la red pon / fttx

Fallas que se pueden presentar en las redes pon / fttx

Diseño conceptual del sistema de detección de fallas

El hiperenlace Marco Teórico, redirecciona a un documento donde se resaltan las bases teóricas necesarias para lograr el alcance de los objetivos planteados, es decir, las bases fundamentales para la detección de fallas en redes con arquitecturas FTTH bajo protocolo G-PON, poniendo a la mano de la persona que utilice la herramienta los conceptos necesarios básicos sobre fibras ópticas, redes ópticas pasivas con capacidad de gigabits y arquitecturas de las redes ópticas pasivas.

Los otros hiperenlaces restantes nos abren documentos detallados que limitan el contenido de los mismos únicamente al tópico referido en su título. Los cuales son: un primer documento referente a Redes ópticas pasivas con capacidad de gigabits “G-PON”, otro documento referente a las Arquitecturas de la red PON / FTTH, un tercer documento sobre Fallas que se pueden presentar en las redes PON / FTTH.

El último hiperenlace Diseño conceptual del sistema de detección de fallas, redirecciona a un documento en el cual se detalla el diseño conceptual de la herramienta computacional obtenida.

## Conclusiones

Para el desarrollo de esta herramienta, fue necesario la investigación y el estudio de las características de las redes

ópticas pasivas con capacidad de gigabits (G-PON) y las arquitecturas de conexión de fibra óptica hasta los hogares (FTTH), teniendo como principales factores de limitación: el alcance máximo del enlace el cual es de 20 km, definido en la recomendación asociada a la tecnología; y hasta dos 2 niveles de división óptica para un máximo de 64 clientes por enlace según las recomendaciones dadas por la CANTV, en función de lo que tiene previsto para los futuros despliegues de esta tecnología. Este tipo de red de acceso funciona bajo una topología punto, multipunto, y no posee elementos activos en el tramo de distribución razón por la cual es considerada una red pasiva. Este tipo de redes está compuesta principalmente por: Terminal de Red Óptico (OLT), Bastidor de Distribución Óptica (ODF), Divisor Óptico (Splitter), y Terminal de Red Óptica (ONT) o Unidad de Red Óptica (ONU) según sea el caso. En la implementación de este tipo de redes se contempla el uso de fibras ópticas monomodo según recomendaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT).

Posteriormente, se procedió al estudio de los parámetros y atributos de transmisión de las fibras ópticas monomodo en enlaces FTTH bajo protocolo GPON, con el fin de describir las fallas que se pueden presentar en dichos enlaces. Una vez descritas y clasificadas las posibles fallas que se podían generar, se llevó a cabo el diseño conceptual de la herramienta computacional, el cual ayuda a la detección de las fallas, utilizando tres módulos denominados:

- Análisis de los Equipos Terminales, el

cual está compuesto por 4 bloques de acción, los cuales son: Funcionamiento del Módulo Tx - Rx, Verificación del Transmisor Óptico, Verificación del Receptor Óptico y Estado del patchcord del equipo de Tx - Rx (OLT – ODF).

- Análisis del Enlace, el cual está compuesto por un bloque de acción, llamado Cableado Óptico en la Planta Externa, en el cual se debe verificar los niveles de atenuación del enlace y el estado de todos los empalmes, ambos mediante una prueba de reflectometría.

- Verificación de la Calidad de Servicio, en el cual se verifica la calidad de la señal mediante la medición de la tasa de bits errados (BER).

Basados en el esquema anterior, se desarrolló la herramienta computacional, bajo una interfaz HTML usando el lenguaje de programación PHP. La secuencia de detección anteriormente descrita, corresponde a los pasos a seguir al seleccionar la opción “Iniciar detección de fallas”, del menú principal.

## Agradecimiento

El equipo de trabajo agradece a la Gerencia de Medios de Acceso de CANTV por la colaboración de Xabier Zuloaga, Vanessa Villegas y Jhonatan Zapata.

Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología (FONACIT).

## Referencias Bibliográficas

Capmany, J.; Ortega, T. Redes Ópticas. Editorial Limusa.

The Fiber Optic Association (2004-2005), [en línea]. <http://www.thefoa.org/> Unión Internacional de Telecomunicaciones, Sector de Normalización, Recomendación UIT-T G.650.1: Definiciones y métodos de prueba de los atributos lineales y determinísticos de fibras y cables monomodo, Versión 06/2004.

Unión Internacional de Telecomunicaciones, Sector de Normalización, Recomendación UIT-T G.650.2: Definiciones y métodos de prueba de los atributos conexos de las características estadísticas y no lineales de fibras y cables monomodo, Versión 01/2005.

Unión Internacional de Telecomunicaciones, Sector de Normalización, Recomendación UIT-T G.652: Características de las fibras y cables ópticos monomodo, Versión 06/2005.

Unión Internacional de Telecomunicaciones, Sector de Normalización, Recomendación UIT-T G.657: Características de las fibras y cables ópticos monomodo insensibles a la pérdida por flexión para la red de acceso, Versión 12/2006.

Unión Internacional de Telecomunicaciones, Sector de Normalización, Recomendación UIT-T G.984: Redes ópticas pasivas con capacidad de gigabits: Especificación de la capa dependiente de los medios físicos, Versión 11/1996.