

**BROADBAND NETWORK TECHNOLOGIES.
BROADBAND ACCESS TECHNOLOGIES**

**REDES Y TECNOLOGÍAS DE BANDA ANCHA.
TECNOLOGÍAS DE ACCESO DE BANDA ANCHA**

Ing. Dewar Willmer Rico Bautista*, Ing. Edwin Guillermo Quel Hermosa
Ing. Henry Ramiro Carvajal Mora****

***Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña.**

Sede Algodonal Vía Acolsure. Ocaña, Norte de Santander, Colombia,
Tel.: (+577)-5690088/5698118, E-mail: dwricob@ufpso.edu.co

**** Secretaría Nacional de Telecomunicaciones (SENATEL).**

Av. Diego de Almagro N31-95 y Alpallana, Edif. Senatel. Quito, Ecuador.
Tel.: (+593) 2947800/92852072, Fax: (+593) 2901010/2947800.
E-mail: equel@conatel.gov.ec, henry_mh99@hotmail.com

Abstract: Our journal has a biannual basis and is dedicated to the engineering area, mainly to the disciplines of electrical, electronics, telecommunications and systems engineering, so the target audience for the magazine that is interested in such areas. We publish scientific research papers or problem reflections in a specific topic, review articles, papers, reviews, discussions and translations, within this thematic framework. We use the IFAC standards for publications.

Keywords: GPON, NGN, Softswitch.

Resumen: En el presente artículo se analiza el la técnica de modulación/transmisión presente en xDSL y WiFi, además del papel que cumple el dispositivo ONU en una red FTTC, así como la mejor tecnología para integrar redes LAN de tipo Ethernet. Posteriormente se analiza los dispositivos y componentes que son necesarios en una red NGN para poder operar un sistema telefónico convencional. Finalmente se analiza el papel que desempeña el IMS dentro de la arquitectura NGN.

Palabras clave: GPON, NGN, Softswitch.

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente se puede considerar que Internet ha creado un nuevo subsector dentro de las telecomunicaciones y de la informática. Lo que se denomina Tecnologías de la Información, cambiando la mayoría de los paradigmas del mercado hasta ahora existentes. Como todo mercado, existen distintos actores, que unidos adecuadamente, generan los servicios para el cliente quien se sitúa al final de la cadena, demandando productos de alto valor añadido.

Tradicionalmente el acceso al cliente se ha realizado a través de la línea telefónica de cobre, que los distintos monopolios en cada país han ido extendiendo. Sin embargo, la liberación de mercados y la implantación de nuevos servicios que requieren mayor ancho de banda, ha propiciado el despliegue de otras tecnologías para estas redes. (Olifer, 2009)

2. MODULACIÓN EN XDSL Y WIFI

OFDM es una tecnología de modulación digital, una forma especial de modulación multi-carrier considerada la piedra angular de las nuevas generaciones de productos y servicios de radio frecuencia de alta velocidad para uso tanto personal como corporativo, siendo adicionalmente hoy en día la base de los sistemas móviles de cuarta generación (4G). La técnica de espectro disperso de OFDM distribuye los datos en un gran número de carriers que están espaciados entre sí en distintas frecuencias precisas. Ese espaciado evita que los demoduladores vean frecuencias distintas a las suyas propias. (Rueda, 2002).

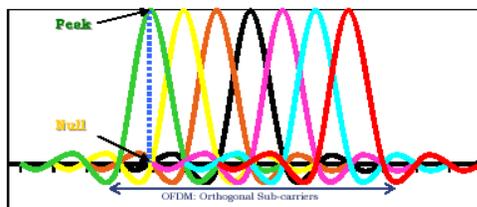


Fig. 1. OFDM

La técnica de modulación OFDM, surge como alternativa para su uso en la red de acceso del tipo XDSL tanto de naturaleza alámbrica como inalámbrica, para poder cumplir con los nuevos requerimientos de ancho de banda, fiabilidad y seguridad exigidos por la próxima generación de productos y servicios principalmente en la radiofrecuencia de alta velocidad, tanto como para el uso personal como corporativo. Este tipo de modulación por poseer una alta eficiencia espectral y menor distorsión por multitrayectoria la hace ideal para su uso en una interfaz aérea. Actualmente es utilizada en las redes inalámbricas 802.11a, 802.11g, en comunicaciones de alta velocidad por vía telefónica ADSL y en difusión de TV digital terrestre en Europa, Japón y Australia.

2.1 DMT (Discrete Multitone Transmission)

Para el caso de xDSL se debe considerar la variante de OFDM denominada DMT, conocida como Modulación Multitono. En esta se adapta el tamaño de la constelación de QAM utilizada en cada subcanal dependiendo de las características que presentan, como por ejemplo, el nivel de ruido. Para implementarlo, se utilizan algoritmos de Water Filling. OFDM se usa en ADSL según el estándar ITU G.992. (G.992, 2002)

En ADSL, se emplea 1.104 MHz para ADSL común o un ancho de banda de 2.208 para alcanzar

las mayores tasas de transmisión. Este ancho de banda se subdivide en un número de subcanales para el *uplink* y el *downlink*.

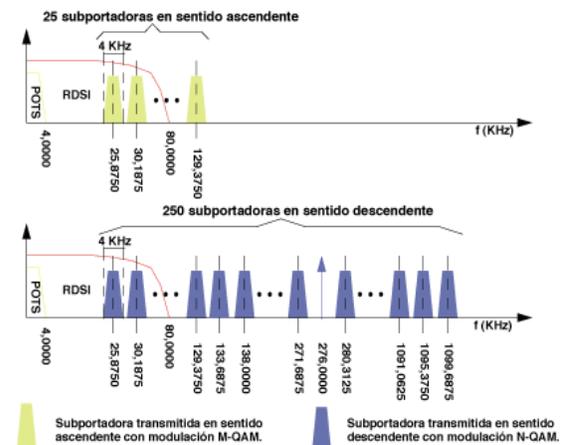


Fig. 2. OFDM en ADSL (Montañana, 2002)

3. REDES FTTC

En las redes FTTC (Fibra hasta la acera), la compañía telefónica tiene fibra óptica de la oficina central a cada barrio residencial, terminando en un dispositivo denominado ONU (Unidad de Red Óptica).

A diferencia de las redes HFC en FTTC el caudal es dedicado a cada vivienda, como ocurre con ADSL y VDSL. El DAVIC (Digital Audio Visual Council) propone cuatro tipos de redes FTTC en función de los circuitos locales, estas redes son denominadas perfiles A, B, C y D, los cuales se detallan en la tabla a continuación. (España, 2003)

Tabla 1: Perfiles FTTC

Perfil DAVIC	Caudal Descendente	Caudal Ascendente	Cable metálico
A	51,84 Mb/s	19,44 Mb/s	Coaxial
B	51,84 Mb/s	1,62 Mb/s	Coaxial o telefónico
C	25,92 Mb/s	1,62 Mb/s	Coaxial o telefónico
D	12,96 Mb/s	1,62 Mb/s	Coaxial o telefónico

Es importante además mencionar que la mayoría de las redes se diseñan como FTTC, en la cual se puede llegar a soportar de 125 a 500 usuarios por cada nodo.

ATM), las anteriores arquitecturas únicamente admite el modo de transporte Ethernet, y consecuentemente cualquier servicio soportado por dicho protocolo (con las ventajas y limitaciones del mismo).

5. DISPOSITIVOS NGN (Mercado, 2008)

5.1 Dispositivo de una red NGN que cumple las funciones equivalentes a las de una central telefónica

El dispositivo de una red de NGN que cumple las funciones equivalentes a las de una central telefónica es el SOFTSWITCH, y es un dispositivo que provee control de llamadas y servicios inteligentes para redes de conmutación de paquetes. Un Softswitch sirve como plataforma de integración para aplicaciones e intercambio de servicios. Son capaces de transportar tráfico de voz, datos y video de una manera más eficiente.

La interconexión de las redes de circuitos y las redes basadas en paquetes está provocando la evolución de los centros de conmutación actuales mediante la tecnología de softswitch, la cual se basa en una combinación de software y hardware que se encarga de enlazar las redes de paquetes (IP) y las redes tradicionales, las cuales desempeñan funciones de control de llamadas tales como conversión de protocolos, autorización, contabilidad y administración de operaciones.

Esto significa que los *softswitch* buscan imitar las funciones de una red de conmutación de circuitos para conectar abonados, interconectar múltiples centrales telefónicas y ofrecer servicios de larga distancia, de la misma manera como lo hacen las centrales telefónicas actuales.

Una característica clave del Softswitch, es su capacidad de proveer a través de la red IP un sistema telefónico tradicional, confiable y de alta calidad en todo momento, y su función más importante es la de crear la interfaz para la actual red telefónica, PSTN, a través de Puertas de Señalización (*Signalling Gateways* - GC) y Puertas Multimedia (MGW).

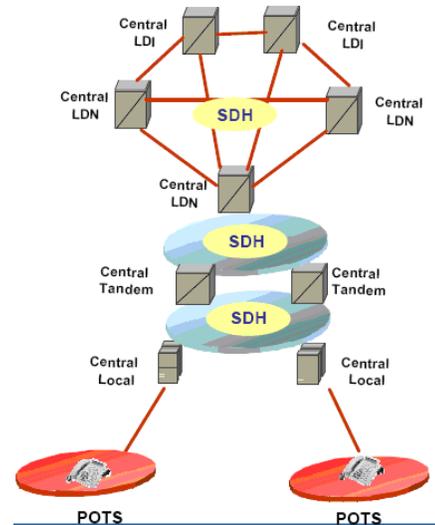


Fig. 6. Modelo de Red Actual PSTN

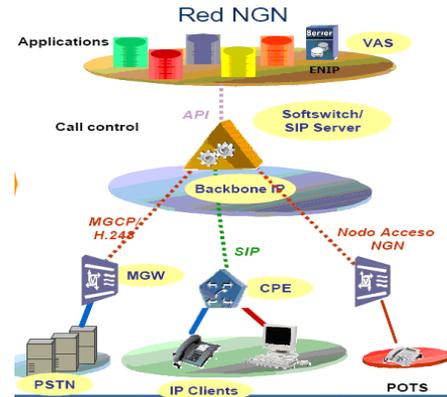


Fig. 7. Modelo de Red NGN

5.2 Solución para ambientes empresariales

Para las empresas sería sencillo adaptarse al cambio mediante una IP PBX, que es una central de conmutación (PBX) compatible con el protocolo IP para conectar teléfonos mediante el uso de una LAN Ethernet o de conmutación de paquetes y que envía sus conversaciones de voz en paquetes IP. Una IP PBX híbrida es compatible con el protocolo IP para enviar conversaciones de voz en paquetes, pero también conecta teléfonos analógicos y digitales de conmutación de circuitos por multiplexión por división de tiempos (TDM). Una IP PBX es un equipamiento de conmutación de teléfono que reside en una empresa privada en lugar de una empresa telefónica.

Las IP PBX son frecuentemente más fáciles de administrar que las PBX heredadas, ya que los administradores pueden configurar fácilmente sus servicios de IP PBX mediante un explorador de

Internet u otra utilidad basada en IP. Además, no es necesario instalar cables, cableados, ni paneles de conexión adicionales. Con una IP PBX, trasladar un teléfono basado en IP es tan fácil como desenchufarlo y volverlo a enchufar en otro lugar, en lugar de los costosos servicios necesarios para trasladar un teléfono de un proveedor de PBX heredada. Asimismo, las empresas propietarias de una IP PBX no tienen los costos adicionales de infraestructura necesarios para mantener y administrar dos redes separadas de conmutación de circuitos y de conmutación de paquetes.

6. RED NGN Y SU INTERCONEXIÓN CON LA RED TELEFÓNICA CONVENCIONAL

6.1 Capa de Gestión

A nivel de capas, la capa de gestión de una red NGN es quizá la capa más importante para que una red NGN pueda conectarse hacia la red telefónica convencional. Esta capa está conformada por:

- **Servidor de llamadas:** que ejerce el control de la sesión a través de señalización hacia terminales y gateways, y sirve de interfaz con la red de señalización SS7 de las redes tradicionales de conmutación de circuitos.
- **Servidor de servicios centralizado:** ofrece funciones como aprovisionamiento del servicio, administración de suscriptores y generación del registro de llamadas. Posee un API para facilitar el desarrollo de servicios de aplicación.
- **Sistema de facturación y administración de la red:** Esta capa, es esencial para minimizar los costos de explotar una NGN, proporciona las funciones de dirección empresarial, de los servicios y de la red. Permite la provisión, supervisión, recuperación y análisis del desempeño de extremo a extremo necesarios para dirigir la red.

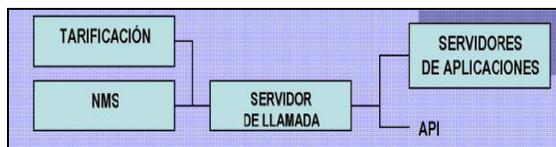


Fig. 8. Capa de Gestión de una red NGN

6.2 Arquitectura genérica de NGN y su conexión a la PSTN

Es importante tener en cuenta que en la arquitectura genérica de las redes NGN, se utiliza transporte basado en paquetes para voz y datos y descompone los bloques de los conmutadores actuales en niveles individuales de red, que interactúan mediante interfaces estándares abiertos. La inteligencia básica del proceso de llamada en los conmutadores de la red telefónica pública conmutada está esencialmente separada del hardware de conmutación. Esta inteligencia reside en un dispositivo, llamado "softswitch" (también conocido como controlador de pasarela de medios o agente de llamada), que actúa como elemento de control en la nueva arquitectura. Las interfaces abiertas y los nuevos servidores de aplicaciones, facilitan una provisión rápida de los servicios y aseguran que se acorte la presentación al mercado. En el nivel de medios, se introducen gateways que adaptan la voz, u otros medios, a la red de transporte de paquetes. Los media gateways se utilizan como interfaces, ya sea con los dispositivos de usuario final, con redes de acceso, o con la PSTN.

Los dispositivos más importantes dentro de la arquitectura genérica de NGN para la conexión a la red telefónica convencional son el Media Gateway y el Gateway Controller, mismos que se describen a continuación:

6.2.1 Media Gateway (Pasarela de medios)

El media gateway proporciona el transporte de voz, datos, fax y video entre la Red IP y la red PSTN. El componente más básico que posee el media gateway es el DSP (digital signal processor) que se encarga de las funciones de conversión de analógico a digital, los códigos de compresión de audio y video, cancelación del eco, detección del silencio, la señal de salida de DTMF, y su función más importante es transformar la voz en paquetes para poder ser comprendidos por la red IP.

Las principales funciones y características del Media Gateway son:

- Transmisión de paquetes de voz empleando RTP como protocolo de transmisión.
- Posee una entrada y salida de datos alta, la cual puede aumentar a medida que la red aumente su tamaño, por lo tanto debe poseer la característica de ser escalable, en puertos, tarjetas, nodos externos y otros componentes del *softswitch*.

- Tiene un Interfaz Ethernet y algunos poseen redundancia.
- Densidad de 120 puertos típica.

6.2.2 Gateway Controller (Controlador de Pasarela)

También llamado *Call Agent*, es el centro operativo del softswitch, mantiene las normas para el procesamiento de llamadas, comunicándose con otras partes del Softswitch, y componentes externos utilizando diferentes protocolos. Es responsable del manejo del tráfico de Voz y datos a través de varias redes.

Principales funciones del *Gateway Controller* son:

- Control de llamadas.
- Protocolos de establecimiento de llamadas: H.323, SIP
- Protocolos de Control de Medios: MGCP, MEGACO H.248
- Control sobre la Calidad y Clase de Servicio.
- Protocolo de Control SS7: SIGTRAN (SS7 sobre IP).
- Procesamiento SS7 cuando usa SIGTRAN.
- Enrutamiento de llamadas.
- Detalle de las llamadas para facturación.
- Manejo del Ancho de Banda.

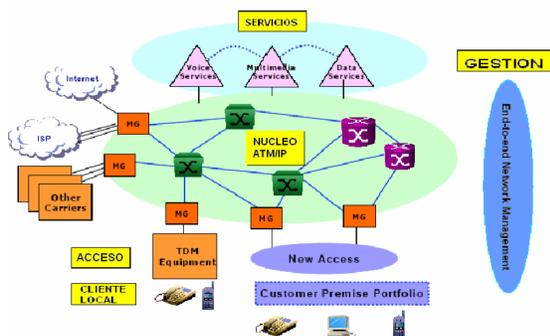


Fig. 9. Arquitectura genérica de NGN

7. IMS EN LA ARQUITECTURA NGN¹

Para el desarrollo de NGN proponen como respuesta a las Redes de Nuevo Generación basadas en la Arquitectura IMS (IP Multimedia Subsystem). Ya no se discute que el nuevo modelo de negocios de las telecomunicaciones se basa en la integración de voz, video y datos y en su oferta combinada.

Nuevas aplicaciones que van desde mensajería integrada o de mensajes instantáneos, hasta las involucradas con el acceso a contenido multimedia (video conferencias con datos compartidos, televisión en tiempo real o VOD) deben ser puestas a disposición de los usuarios, en forma transparente al tipo de acceso.

Para satisfacer la oferta de múltiples servicios combinados sobre una única red, las empresas de Telefonía Celular agrupadas en la asociación 3GPP (*Third Generation Partnership Program*) desarrollaron la Arquitectura IMS. Arquitectura también hoy adoptada por organismos internacionales vinculados hasta el presente con la telefonía convencional como ETSI y CCITT.

IMS prevé que los servicios hasta el presente implementados en forma individual y verticalmente, se implementen en forma horizontal, separando las capas de servicio y de transporte, las que pasan a oficiar de base común para cualquier aplicación montada en la capa de aplicación.

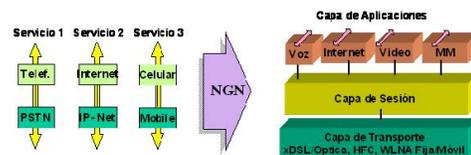


Fig. 10. Arquitectura genérica de NGN

Para alcanzar esta separación en capas, el primer concepto de IMS a destacar es su naturaleza de red exclusivamente de datos, que utiliza al Protocolo IP como medio de transporte. Las redes de Conmutación de Circuitos, tanto las celulares (2G y 2.5G), como las viejas redes telefónicas están fuera de su estructura central y solo se las integra en forma marginal.

Como segundo concepto detrás de la Arquitectura IMS, se encuentra su separación en los tres niveles mencionados en el dibujo anterior: Transporte, Sesión y Aplicación. Cada capa realiza funciones diferenciadas e independientes de las restantes, vinculándose mediante interfaces perfectamente definidas.

De las tres capas, la de Sesión constituye el núcleo central de la Arquitectura y se asocia directamente al concepto que le da nombre. Este tercer concepto es el eje sobre el cual se funda la prestación de múltiples servicios sobre una única red. Ya no se trata de llamadas sino de sesiones.

¹ (Millán, 2006)

Sesiones que son iniciadas en cualquier dispositivo de acceso (PC, teléfono celular o fijo, Set Top Boxes, Servidores de Aplicaciones, etc) y terminadas en cualquier otro dispositivo, local o remoto, fijo o móvil, y transportando en forma integrada servicios de voz, datos y video, en forma estática o incorporándolos en forma dinámica a medida se los requiere.

El protocolo que permite esta funcionalidad es el protocolo SIP (Session Initiate Protocol) definido por la IETF y también central a la Arquitectura IMS.

NGN es por tanto un modelo de arquitectura de redes de referencia, el cuál debe tolerar el desarrollo de una amplia gama de servicios IP multimedia, así como también la evolución y migración de los servicios de telecomunicaciones actuales.

Es posible que podamos separar dos grandes grupos, dependiendo de los marcos de actuación, con respecto al concepto de NGN en estos últimos años:

- Los mercados en expansión, en los cuales los servicios básicos de telecomunicaciones se encuentran en estado de crecimiento, donde se utilizan redes y servicios basados en los circuitos tradicionales, con la idea de optimizar el escenario actual a través del uso de NGN-SoftSwitches, transporte IP e interfaces de banda estrecha o banda ancha.
- Los mercados consolidados, en los que se intenta buscar un equilibrio entre los servicios fijos y móviles, una concordancia entre ambos mundos, y donde la banda ancha y los nuevos servicios IP multimedia hacen que los conceptos NGN e IMS (Internet Multimedia Subsystem), se conviertan en los ejes fundamentales para el progreso de la convergencia.

El desarrollo de ambos conceptos NGN y IMS, debería concedernos la posibilidad de trasladarnos hacia un modelo de redes verticalizadas, que sean específicas dependiendo de la gama de servicios que ofrecen, a un modelo de redes horizontales, unificadas, que den soporte a todos los tipos de servicios multimedia concebibles. Debería ser capaz de desarrollar un modelo de redes convergente y servicios, alrededor de cual se puedan consolidar los Operadores Únicos Integrados y sus modelos de negocio.

El concepto IMS (Internet Multimedia Subsystem o IP Multimedia Subsystem) se usa para denominar al subsistema de control, acceso y ejecución de servicios comunes y estándar a todas las aplicaciones basadas en el modelo de arquitectura de nueva generación. Podría decirse que actúa como la capa de control de una red de nueva generación NGN.

IMS ofrece la posibilidad de controlar el diálogo de los terminales de los clientes finales de forma centralizada y deslocalizada el diálogo, para de esta forma llevar a cabo la prestación de los servicios (voz, datos, video, etc.), cualesquiera que sean los que demanden.

El éxito de IMS se basa en tres fundamentos elementales:

- El primero es el uso de las tecnologías de la información. Se trata de adoptar e integrar los protocolos que ofrece internet (HTTP, TCP, UDP, etc.), con las comunicaciones personales (voz, mensajería, etc.) con las aplicaciones IT. De esta forma, se puede sacar un mayor partido aprovechando la capacidad y flexibilidad que ofrecen dichos protocolos para la prestación de cualquier tipo de servicio, así como también la posibilidad de desarrollo de nuevas aplicaciones.
- Sólo requiere conectividad IP por parte del cliente, por lo tanto este requiere una convergencia de los accesos fijos y móviles, por lo que a IMS le resulta indiferente el tipo de tecnología de acceso usada siempre que esta sea de banda ancha.
- Ofrece movilidad generalizada entre diversos accesos relativos a un mismo operador que incluye el mantenimiento de las comunicaciones que se encuentran en estado de itinerancia. La movilidad entre redes de los clientes y las aplicaciones de estos entre diferentes dispositivos (PCs, móviles, PDAs, etc.). También se heredan las propiedades de control de movilidad, accesibilidad y localización, relativos a las redes móviles.

De esta forma, IMS se convierte en una pieza clave, algo así como el impulsor último de la convergencia. Hay que tener en cuenta los siguientes aspectos:

- IMS no es ninguna red, y por tanto no ofrece ningún servicio, es de alguna forma la base que permite que estos puedan definirse:
 - Las identidades de los usuarios (dominio).
 - Los requisitos de los diversos tipos de accesos existentes para su control común.
 - Los requisitos de los clientes y terminales ISP para su convergencia.
 - Los habilitadores y capacitadores de servicios.
 - El diseño que tendrán los servicios finales.
 - Las interfaces de los diversos elementos que forman parte de la red para los sistemas y las herramientas de explotación comercial.

8. CONCLUSIONES

El desafío es cómo diseñar la red para satisfacer las necesidades del usuario en la actualidad, y que a la vez sea un diseño abierto para la evolución futura, y todo esto a un costo aceptable.

La diversidad de tecnologías y protocolos de redes cableadas y no cableada ha ideado la implementación de redes de próxima generación para lograr la convergencia de estas y conseguir un mejor desempeño de estas redes con calidad de servicio.

El crecimiento en servicios básicos de telecomunicación, donde se “simulan” o “emulan” redes y servicios tradicionalmente de conmutación de circuitos, optimizando el escenario técnico-económico es hasta ahora habitual mediante el uso de NGN-SoftSwitches, transporte IP e interfaces de banda estrecha / ancha para el soporte de servicios de voz.

REFERENCIAS

- España, María, Díaz de Santos. (2003). “Servicios Avanzados de telecomunicación”
- Olifer, Natalia. Olifer, Víctor. Redes de Computadoras. Editorial Mc Graw Hill. 2009.
- Rueda, Jaime A. Redes de Área Local- Redes de Área Metropolitana. Modulo Especialización en Telecomunicaciones UNAB. 2002.
- Rodríguez, Edgar. Redes WAN. Modulo Especialización en Telecomunicaciones UNAB. 2002.
- Tanenbaum, Andrew. (2003). “Redes de computadoras”, Prentice Hall International Editions, Cuarta Edición, “Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL) Metallic Interface”, ANSI T1.413, 1998.
- UIT-T/G.984.1 “Gigabit-capable Passive Optical Networks (GPON): General Characteristics” (14 de septiembre de 2010)

SITIOS WEB

- G.992 – ADSL – G.Lite. (2002). Disponible en:
http://www.gaoresearch.com/resources/white_papers/other/g992.php (11 de septiembre de 2010)
- Mercado López Victor Hugo – Pardo Coca Sergio Dennos, (Noviembre 2008). “Redes de Nueva Generación”. Disponible en:
www.tuxedu.com/action/file/download?file_guid=124 (14 de septiembre de 2010)
- Millán T., Ramón J., (2006). Disponible en:
<http://www.ramonmillan.com/tutoriales/gpon> (14 de septiembre de 2010)
- Montañana, Rogelio, “Banda Ancha Residencial”. (2002). Disponible en:
www.uv.es/montanana/mondragon/mgn2002-AR.ppt (12 de septiembre de 2010)
- Silicon Labs. Optical Network Unit. (2009). Disponible en:
<http://www.silabs.com/applications/communicationstelecom/Pages/ONU.aspx> (12 de septiembre de 2010)