Ninth LACCEI Latin American and Caribbean Conference (LACCEI'2011), Engineering for a Smart Planet, Innovation, Information Technology and Computational Tools for Sustainable Development, August 3-5, 2011, Medellín, Colombia

ANÁLISIS DE LA RED ÓPTICA PASIVA CON CAPACIDAD DE GIGABIT A TRAVÉS DE LAS REDES DE FIBRA ÓPTICA DE LA EMPRESA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA DOMINICANA DE LA CIUDAD DE SANTO DOMINGO, R.D. 2010

Profesor Ing. Santo Rafael Navarro
UNAPEC, Santo Domingo, Distrito Nacional, República Dominicana,
santonavarro@hotmail.com

Profesor Dr. Luis Joyanes Aguilar
UPSAM, Madrid, España
luis.joyanes@upsam.net

Profesor Ing. Luis María Pérez Méndez
UNAPEC, Santo Domingo, Distrito Nacional, República Dominicana,
lperez@adm.unapec.edu.do

Profesor Ing. William Camilo
UNAPEC, Santo Domingo, Distrito Nacional, República Dominicana,
wcamilo@adm.unapec.edu.do

RESUMEN

En adición a la creciente demanda de ancho de banda se le suma la tendencia global de integración de todas las redes de telecomunicaciones existentes dentro de los países y fuera de los mismos. En ese sentido, la República Dominicana no está exenta de esa tendencia y más temprano que tarde debe seguir por ese camino de la integración con las demás redes de comunicación. El GPON conjuntamente con la red metropolitana de fibras ópticas de la Empresa de Transmisión Eléctrica puede dar respuestas a estas necesidades. Las plataformas de telecomunicaciones UIT-655 disponibles en la subestaciones con el apoyo del estándar ST-61850 para brindar servicios de voz, data y video en la ciudad de Santo Domingo es el anillo metropolitano de fibras ópticas de la Empresa de Transmisión Eléctrica, en la cual, la implementación de la tecnología de redes ópticas pasivas conocidas como GPON, tiene muchas ventajas, porque esta red está formada por equipos pasivos, brinda velocidades altas y proporciona banda ancha, para los servicios de voz, dato y video.

Palabras Claves: Integrar, Implementar, Anillo Metropolitano, Fibra Óptica Long Haul – DWDM – Red Optica – SDH – Transponder – Booster – EDFA – Raman –Dispersión Cromática - PMD

ABSTRACT

In addition to the growing demand for bandwidth is compounded by the global trend of integrating all existing telecommunications networks within countries and outside them. In The Dominican Republic is not exempt from this trend, sooner or later must follow this path of integration with other networks. GPON network in conjunction with optical fibers Metropolitan Electricity Transmission Company can provide answers to these needs. Telecommunications platforms available and referred to deliver voice, data and video in the city of Santo Domingo is the metro ring optical fiber Electricity Transmission Company, in which the deployment of passive optical networking technology known as GPON, has many advantages,

because this network is composed of passive devices, provides high speed and provides broadband services for voice, data and video.

Key Words: Integrate, Implement, Metropolitan Ring, Long Haul Fiber Optic - WDM - Optical Red - SDH - Transponder - Booster - EDFA - Raman-Scattering Chromatic – PMD

1. INTRODUCCIÓN

El trabajo investigativo en el cual nos encausamos es para aplicar la tecnología GPON a la red de fibras ópticas metropolitana de la Empresa de Transmisión Eléctrica Dominicana, pues GPON a través de red de fibras ópticas de la empresa ya mencionada, puede suplir la necesidad que presenta nuestra sociedad y otras sociedades del mundo, en cuanto a lo que es la demanda creciente de ancho de banda. Esto así porque cada día más se exige mayor velocidad de conexión y servicios de voz, dato y video con mayor calidad. La finalidad de esta investigación es presentar la Tecnología GPON como solución tecnológica para brindar servicios de banda ancha a las empresas medianas y grandes en la ciudad de santo domingo a través de la red de fibras ópticas de la Empresa de Transmisión Eléctrica Dominicana.

Presentaremos todo lo que es la estructura de la tecnología GPON, datos sobre la aplicación de dichas tecnologías en otros escenarios y escenarios similares, datos sobre la factibilidad de la implementación de estas tecnologías y haremos comparación con otras tecnologías de fibras ópticas utilizadas para brindar servicios de banda ancha. Realizaremos una investigación descriptiva-explicativa, para llegar a las conclusiones de esta investigación.

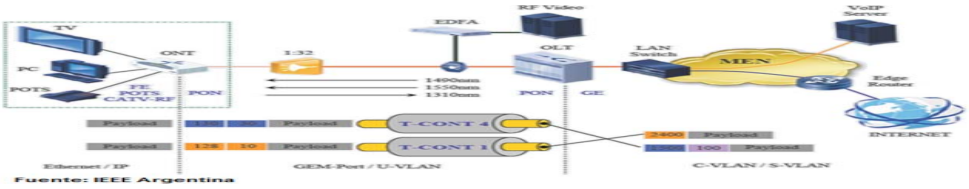


Figura 1. Estructura Tecnología GPON

1.1 OBJETIVO GENERAL

Integración del sistema de red óptica pasiva con capacidad de Gigabit a través de las redes de fibra óptica (OPGW) de la Empresa de Transmisión Eléctrica Dominicana

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desarrollar la logística y la infraestructura para la prestación de los servicios de telecomunicación.
- Desarrollar e implementar sistemas de alta tecnología.
- Promover el intercambio de capital intelectual en la región para no reinventar procesos.
- Elevar el nivel del capital intelectual centroamericano y dominicano.
- Fortalecer la actuación de los entes reguladores.
- Tomar ventaja del Internet y las tecnologías de información y comunicaciones.
- Nuevo modelos de negocios basado en las infraestructura del proveedor

Lo que se traduce en:

- Mayor gestión de recursos
- Menor consumo eléctrico
- Mayor flexibilidad, seguridad y robusteza en los servicios
- Simplificación de la red física
- Menor espacio físico
- Independencia entre servicio-hardware

1.3 UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

República Dominicana. Situada entre los paralelos 17º 36'y 19º 58' Latitud Norte y 68° 17' y los 72° 00' Longitud Oeste, lo cual lo coloca al borde de la zona tropical Norte. Tiene una extensión de 48,670.82 Km2 de los cuales 1,575 Km corresponden a la costa, distribuidos 526 Kms en la costa Norte; 374 Km en la costa Este y 675 Km en la costa Sur. Al Sur y al Este el país está limitado por el Mar Caribe y al Norte por el Océano Atlántico.

1.4 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

GPON es una tecnología de acceso a servicios de Banda Ancha a través de la red metropolitana de fibras ópticas de la Empresa de Transmisión Eléctrica Dominicana. **Análisis** de la Red Óptica Pasiva con Capacidad de Gigabit a través de la Redes de Fibra Óptica de la Empresa de Transmisión Eléctrica Dominicana en la Ciudad de Santo Domingo, R.D. 2009. En la sociedad actual en la que vivimos en la República Dominicana al igual que en otras sociedades del mundo, existe una demanda creciente de ancho de banda debido a la necesidad de manejar mayores cantidades de información de voz, dato y video tanto a nivel empresarial como a nivel residencial. En la Ciudad de Santo Domingo y específicamente en el Distrito Nacional que es en donde están las principales empresas y centros urbanos con mayor de manda de los servicios de voz, dato y video, se hace necesaria la incorporación de nuevas soluciones competitivas para suplir la necesidad de estos servicios. Además de la creciente demanda de las sociedades por mayor ancho de banda, existe la necesidad de integrar todas las redes de telecomunicaciones alrededor del mundo, pues, la idea es que el mundo esté mejor comunicado y que cada día todos los pueblos estén más cerca. En ese sentido, la metrópolis del Distrito nacional no está exenta de esta tendencia de integración a nivel planetario. Para lograr satisfacer las necesidades de mayores velocidades, mayor ancho de banda y encaminarnos en la tendencia de integrar nuestras redes al mundo, es propicio aprovechar las ventajas que nos brindan las plataformas de telecomunicaciones existentes en la metrópolis del Distrito Nacional de la ciudad de Santo Domingo.

2. DESARROLLO

Experiencia en Estados Unidos

En Estados Unidos la fibra óptica hasta el hogar (FTTH) ha sido un éxito rotundo. Datos reflejados por el proveedor de Internet estadounidense, Verizon, indicaron que en febrero de este año 2009 de los 265.00 nuevos abonados, 245.000 han contratado una modalidad FTTH. Esto muestra que más del 90% de los nuevos usuarios han elegido esta tecnología, lo que nos da una idea de la fuerza que está teniendo en Estados Unidos. En total de los 8.2 millones de líneas de banda ancha que posee la compañía, un millón y medio son a través de FTTH. Esto proporciona la capacidad de las futuras mejoras a los servicios de internet y TV. El primer despliegue de GPON en Estados Unidos se extendió a los clientes de Lewisville, Texas, con un éxito rotundo, generando así el apetito de los demás clientes para la adquisición de la tecnología tanta para el hogar, universidades y empresas. Las redes de fibra óptica ofrecen un ancho de banda por medio de una sola fibra con velocidades de transmisión de 622 Mbps (megabits por segundo) para descargas y 155 Mbps de subida. Pero con la nueva tecnología GPON se logran velocidades de transmisión de descarga de 2,4 Gbps (gigabits por segundo) y una velocidad ascendente de 1,2 Gbps.

Figura 2. Tipos de puertos PON en Norte América

Actualmente más de 6 millones de hogares y empresas esparcidas en partes de 16 estados están conectados a la red de fibra. Se estima que 3 millones de clientes se adicionaran cada año, o aproximadamente 18 millones de locales a finales de **2010**. Las compañías de servicios de internet comúnmente ofrecen servicios de Internet a velocidades de descarga de hasta 50 Mbps y velocidades ascendentes de hasta 5 Mbps a través de más de 1,600 comunidades a través de los 16 estados.

Experiencia en Colombia

La demanda creciente Colombia que experimentará la banda ancha en su mercado, hace que cada vez cobre más importancia el estudio de tecnologías innovadoras que permiten ofrecer a los usuarios valor agregado a los servicios tradicionales prestados en redes de cable y ADSL. Las características de *WiFi* y *WiMax* las hacen atractivas para operadores y prestadores de servicios. El impacto que pueden tener justifica la importancia de su estudio con el fin de permitir, entre otras, movilidad, ubicuidad, transparencia, calidad de servicio, en la gestión y seguridad en los futuros sistemas inalámbricos.

Experiencia en Asia

JAPÓN. Un país considerado como uno de los más avanzados en cobertura de servicios de banda ancha y de alta velocidad es Japón. Este posee una población más de 10 millones de abonados de FTTH (Fibra al Hogar), que a través de Suo Cable Net, un operador de TV por cable reciben sus servicios. Pero recientemente Suo Cable Net mediante la firma de un contrato con Alcatel-Lucent, líder en redes de banda ancha, han iniciado el despliegue de servicios de vídeo e Internet de alta velocidad, siendo este el primer despliegue comercial de una red GPON en Japón.

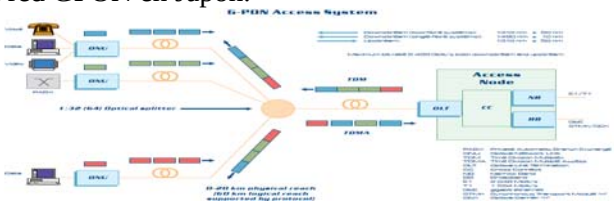


Figura 3. G-PON Acces System

El despliegue comercial cuenta con un Gestor de Acceso de Servicios Inteligente de Fibra al Usuario, sistema que se apoya en la tecnología GPON para multiplexar servicios de vídeo y datos en una única fibra. Esto facilita el mayor ancho de banda que se ofrece en la actualidad en el mercado de consumo, y permite la entrega de más contenidos a velocidades superiores. El sistema se complementa con la más amplia gama de Terminales de Redes Ópticas (ONT), que soportan FTTH, FTTB (Fibra al Edificio) y conexiones a la red de agregación y transporte de móviles, logrando así una integración mayor de servicios.

Servicios Digitales en RD

Para el 2004, La Republica Dominicana era el país de Latinoamérica con mayor capacidad y ancho de banda internacional per cápita para servicios de Internet, sobrepasando a la de países de mayor dimensión territorial y poblacional. Dominicana tiene una capacidad de 5 STM1s para 8.5 millones de habitantes, que es la misma que tiene Colombia para sus 45 millones de habitantes.

Tabla 1. Comportamiento de la telefonía Móvil en la República Dominicana

	2002	2003	2004	2005	2006
Comunicaciones móviles	1,700,609	2,122,543	2,534,063	3,623,289	4,097,955
Tasa de crecimiento	33.9%	24.8%	19.4%	43.0%	13.1%
Teledensidad	19.9%	24.5%	28.8%	40.7%	45.7%

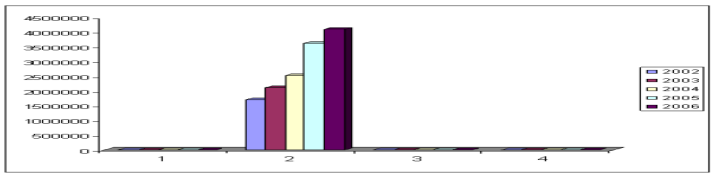


Figura 4. Comportamiento de la Telefonía Móvil.

Tabla 2. Telefonía Fija en R.D.

	2002	2003	2004	2005	2006
Telefonía fija	908,957	908,809	936,155	896,252	896,755
Tasa de crecimiento	-4.8%	0.0%	3.0%	-4.3%	0.1%
Teledensidad	10.6%	10.5%	10.6%	10.0%	10.0%

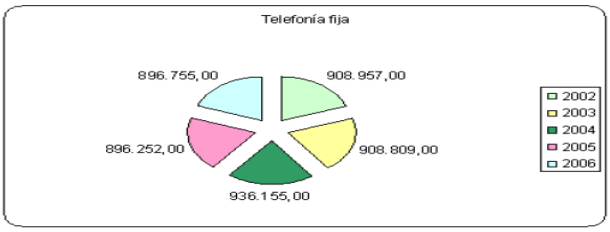
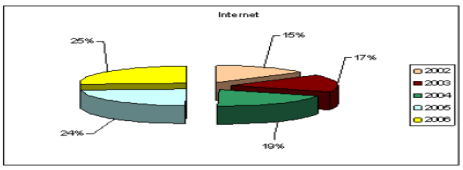


Tabla 3. Comportamiento del Servicio de Internet en la República Dominicana

	2002	2003	2004	2005	2006
Internet	82,518	96,391	106,296	134,545	148,289
Tasa de crecimiento	28.2%	16.8%	10.3%	26.6%	10.2%
Teledensidad	3.9%	4.4%	4.8%	7.6%	13.2%
Usuarios	330,072	385,564	425,184	672,725	1,186,312



Fuente: Instituto Dominicano de las Telecomunicaciones, 2010

Sin embargo, la próxima imagen nos muestra la casi "exponenciación" que en el mismo período ha sufrido, el crecimiento en el uso y demanda para el Ancho de Banda.

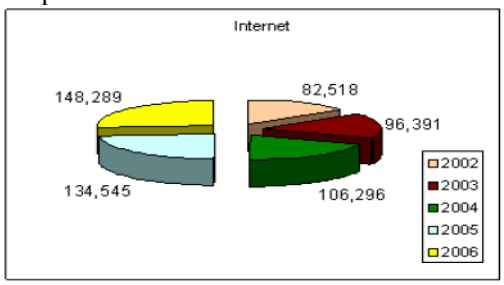
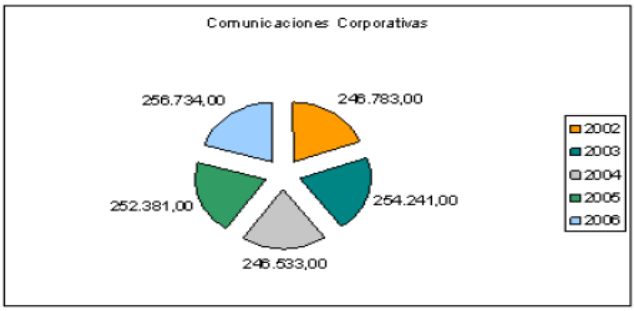


Figura 5. Comportamiento del Servicio de Internet en la República Dominicana

Tabla 4. Comportamiento de la Comunicación Corporativa en la República Dominicana

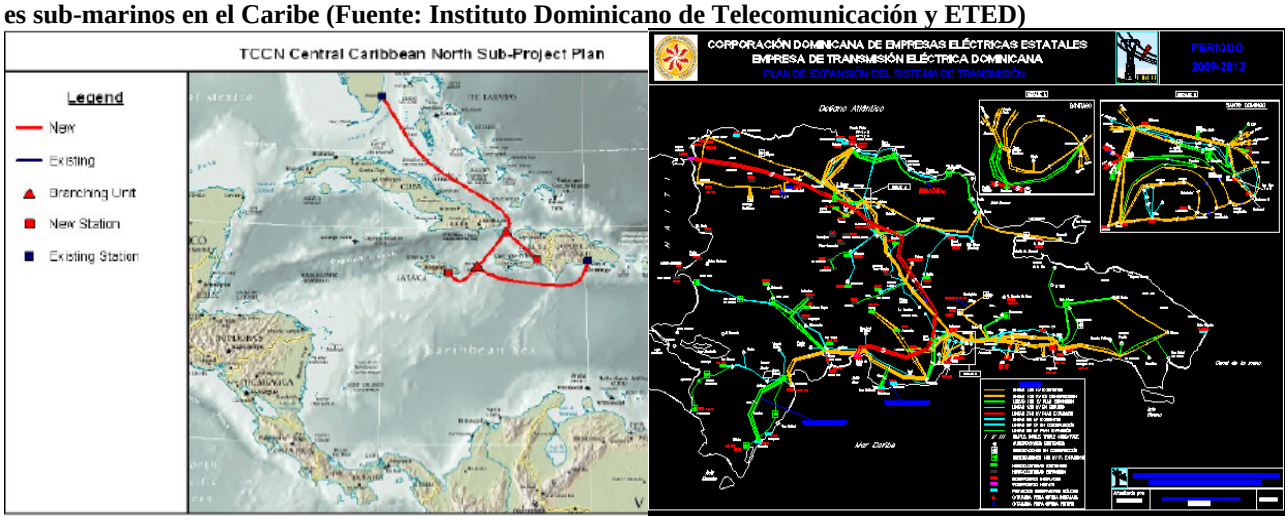
	2002	2003	2004	2005	2006
Comunicaciones Corporativas	246,783	254,241	246,533	252,381	256,734
Tasa de crecimiento	-4.2%	3.0%	-3.0%	2.4%	1.7%



(Fuente: Instituto Dominicano de las Telecomunicaciones)

Figu ra 6. Cabl

es sub-marinos en el Caribe (Fuente: Instituto Dominicano de Telecomunicación y ETED)



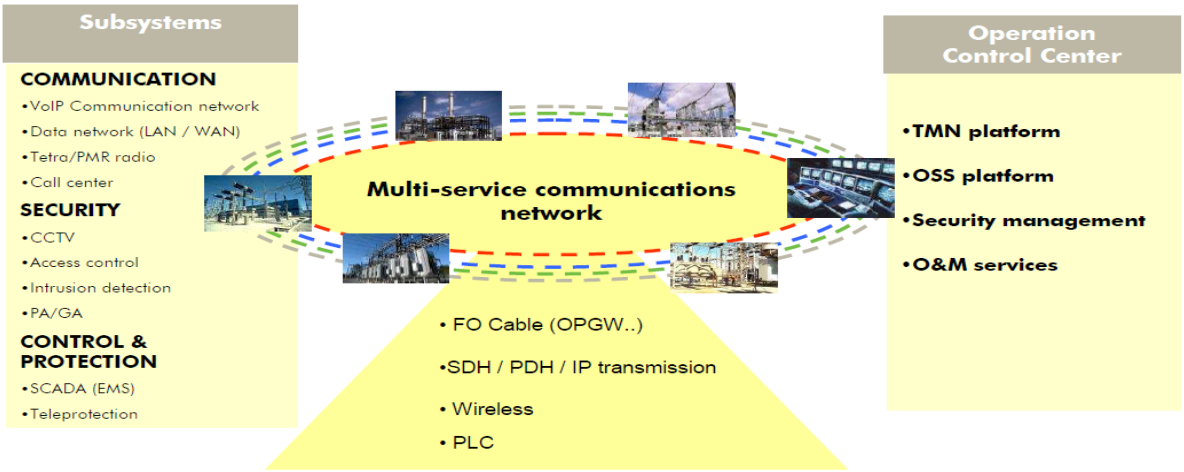


Figura 7. Red de comunicación Multiservicios

Los requerimientos actuales de mayor ancho de banda y las aplicaciones de multimedia de los clientes exigen la provisión de los servicios de Broadband o Banda Ancha a través de las tecnologías actuales de conmutación de paquetes y con las mejoras en el desempeño del par de cobre.

Contribución al Desarrollo de las Telecomunicaciones

La ley dispone la creación de la "Contribución al Desarrollo de las Telecomunicaciones (CDT)". Esta contribución consiste en aportes de las compañías de telecomunicaciones equivalente al dos por ciento (2%) de: Los importes recibidos cada mes por concepto de las facturaciones de los usuarios finales; y, los importes percibidos cada mes por concepto de corresponsalía por servicios internacionales.

Ventajas de una red SDH

- Simplificación de red

  Uno de los mayores beneficios de la jerarquía SDH es la simplificación de red frente a redes basadas exclusivamente en PDH. Un multiplexor SDH puede incorporar tráficos básicos (2 Mbps en SDH) en cualquier nivel de la jerarquía, sin necesidad de utilizar una cascada de multiplexores, reduciendo las necesidades de equipamiento.

- Fiabilidad

  En una red SDH los elementos de red se monitorizan extremo a extremo y se gestiona el mantenimiento de la integridad de la misma. La gestión de red permite la inmediata identificación de fallo en un enlace o nodo de la red. Utilizando topologías con caminos redundantes la red se reconfigura automáticamente y reencamina el tráfico instantáneamente hasta la reparación del equipo defectuoso.

- Software de control

  La inclusión de canales de control dentro de una trama SDH posibilita un control software total de la red. Los sistemas de gestión de red no sólo incorporan funcionalidades típicas como gestión de alarmas, sino otras más avanzadas como monitorización del rendimiento, gestión de la configuración, gestión de recursos, seguridad de red, gestión del inventario, planificación y diseño de red.
- Estandarización

  Los estándares SDH permiten la interconexión de equipos de distintos fabricantes en el mismo enlace. La definición de nivel físico fija los parámetros del interfaz, como la velocidad de línea óptica, longitud de onda, niveles de potencia, y formas y codificación de pulsos. Asimismo se definen la estructura de trama, cabeceras y contenedores.

Introducción A La Administración De Red

Los elementos de red (NE) desempeñan el multiplexado y el enrutamiento del tráfico desde los clientes finales y lo llevan a través de la red, ¿pero cómo los operadores de telecomunicaciones controlan esto? La estructura de la trama SDH contiene canales los cuales pueden ser usados para controlar completamente la red de forma remota mediante software. La red puede ser monitoreada desde un punto central, esta es la función de la administración de la red.

Descripción de la Red Metropolitana de Fibras Ópticas de la ETED

La Red Metropolitana de Fibras Ópticas de la ETED es una red de anillos ópticos compuesta por cables OPGW dispuestos en las torres de las líneas de transmisión eléctrica de 138kv que están localizadas en puntos estratégicos del D.N. y la provincia San Cristóbal específicamente en el municipio de Haina. El cable OPGW de la red metropolitana de fibras ópticas de la ETED está compuesto por 48 fibras Ópticas de las cuales se utilizan dos pares para suplir las necesidades de esta empresa en cuanto a voz, dato, video y servicios de SCADA se refiere. Esta red de cables OPGW es la plataforma que soporta la red de transporte de fibras ópticas SDH (Synchronous Digital Herarchy), la cual cuenta con multiplexores ópticos capaces de transmitir voz, dato y video en un ancho de banda de 155Mbps. Estos multiplexores se encuentran localizados en 9 subestaciones eléctrica del D.N. pertenecientes a la red de fibras ópticas de la ETED.

Características de las fibras ópticas

Las características de fibra óptica mono modo de dispersión no nula desplazado (NZDSF) , cumple con las recomendaciones ITU-T G655 y de acuerdo con la norma IEC 60793-1 y las fibras mono modo estándar de dispersión cero sin desplazamiento SMSF deberán ser conforme ITU-T G652. La fibra de dispersión desplazada es no nula a través de 1530 – 1565 nm ventana de operación. Esto asegura el uso de “erbium – doped” amplificadores y la tecnología multiplex denso por división de longitud de onda (Dense wavelength division multiplexing – DWDM) para aplicaciones de larga distancia a 1550 nm.

Posibles aplicaciones y servicios que podría brindar la Red Metropolitana de Fibras Ópticas de la ETED.

Además de suplir las necesidades de la ETED en cuanto, servicio de SCADA, protección de las líneas de transmisión, ancho de banda y conectividad de las redes de las diferentes dependencia de dicha empresa, la Red Metropolitana de Fibras Ópticas de la ETED podría ser un puente o medio de enlace para conectar a otras tecnologías de acceso a redes de fibras ópticas, como es el caso de las redes ópticas pasivas. A través, del backbone SDH de la ETED y sus diferentes subestaciones eléctricas, se podría fácilmente acceder a diferentes puntos estratégicos del Distrito Nacional, reduciendo los costos de instalación de una plataforma similar para las compañías que quieran ofertar servicios de ancho de banda en el área ya mencionada por medio de sistemas de comunicación por fibras ópticas y específicamente las redes PON. Debido a la demanda creciente de banda ancha que experimenta la sociedad en la que vivimos en la actualidad se hace imperiosa la aplicación de tecnologias de acceso a banda ancha a través de fibras ópticas.

Redes ópticas pasivas (PON)

Una red óptica pasiva (del inglés Passive Optical Network, conocida como **PON**) permite que todos los componentes activos existentes entre el servidor y el cliente sean eliminados introduciendo en su lugar componentes ópticos pasivos para guiar el tráfico por la red, cuyo elemento principal es el dispositivo divisor óptico (conocido como splitter). La utilización de estos sistemas pasivos reduce considerablemente los costes y son utilizados en las redes FTTH.

Ventajas de las redes ópticas pasivas (PON):

- Aumento de la cobertura hasta los 20 Km. (desde la central). Con tecnologías DSL como máximo se cubre hasta los 5,5 Km.
- Ofrecen mayor ancho de banda para el usuario.
- Mejora en la calidad del servicio y simplificación de la red debido a la inmunidad que presentan a los ruidos electromagnéticos.
- Minimización del despliegue de fibra óptica gracias a su topología.
- Reducción del consumo gracias a la simplificación del equipamiento.
- Más baratas que las punto a punto.

El uso de conexiones de banda ancha en Internet se ha desarrollado rápidamente gracias a la aparición de nuevas aplicaciones, tales como la transmisión de datos de alta velocidad, videoconferencia, IPTV, Voz, entre otras. Esto ha llevado a los suplidores de servicios de telecomunicaciones a buscar alternativas tecnológicas que superen las limitaciones de las tecnologías xDSL actuales. Por tanto, el ancho de banda se ha convertido en un instrumento de mercadeo para los suplidores de servicios que buscan diferenciarse de la competencia. El resultado de esta búsqueda ha sido la introducción de soluciones basadas en estructuras de fibra como FTTx, que usan tecnologías basadas en PON (también conocido como Redes Ópticas Pasivas). La tecnología PON (Passive Optical Network) usa componentes ópticos pasivos, es decir, que no necesitan energía, permite a los suplidores de servicios ofrecer anchos de banda de alta capacidad, hasta 2.5 Gbps en el downstream y 1.2 Gbps en el Upstream. Además de ser una solución Multiservicio, usa fibra y permite disminuir sustancialmente los costos de operación. A pesar de poder proveer múltiples servicios cuando se tiene ADSL2+ o VDSL2, Gigabit PON (GPON) tiene muchas mayores ventajas tecnológicas de valor agregado cuando el Operador desea ofrecer a sus clientes suplidores de servicios.

Beneficios

- Permiten la transmisión de varios servicios a mayor velocidad y a menor costo, Voz, Data,Video e Internet
- Mayor capacidad de ancho de banda.
- Mayor alcance.
- Vida útil de mayor duración.
- Inmunes a interferencias electromagnéticas.
- Bajos costos de mantenimiento.
- Mayor fiabilidad.
- Flexibilidad y escalabilidad de red.
- Mejor acceso a la tecnología de red.
- Adquisición de servicios en un menor tiempo de instalación.
- Mayor gama de servicios para suplir y recibir.

Análisis Financiero

Dada la gran variedad de clientes y sus distintas necesidades, estos se han englobado en tres sectores potenciales: Gobierno, PyMES y Grandes Empresas, y Empresas Prestadoras de Servicios de Telecomunicaciones. El proyecto tiene viabilidad técnica y económica y la implantación y puesta en marcha del mismo (bajo aprobación de los presupuestos) se vería efectiva en un período resultado de los cálculos estimados. Destacamos por último la relevancia y el hincapié en el estudio de daño o impacto medio ambiental que también se ha llevado a cabo durante la realización del estudio. Tal y como se ha comentado anteriormente, los kilómetros de fibra óptica hacen aumentar

considerablemente el presupuesto. Y en nuestro caso asumimos que el costo esta absorbido por la red de transmisión.
No todos los usuarios residenciales y empresas no gubernamentales que forman parte de la posible cuota de mercado demandarán el servicio de acceso. Aún así, el estudio proyecta la revisión para la implantación de la red pasiva (GPON) y se estima entre 10 y 25 kilómetros aproximadamente. El costo por kilometro de fibra es de RD$ 180,000.00, y para nuestros estudios de recuperación financiera si debemos de considerarlo.

3. RECOMENDACIONES

Para que las telecomunicaciones motoricen el éxito de nuestros países en el marco del DR-CAFTA los temas más importantes son: REGULACIÓN, CAPACITACIÓN y SERVICIOS BASADOS EN INTERNET.
Actualmente, de dos (2) prestadoras antes de dicha legislación, incrementaron a seis (6) y en la prestación de datos compiten tres (3) operadores.
Tenemos un sector estable, que muestra un crecimiento sostenido y que es el principal contribuyente al Producto Interno Bruto del país. La inversión promedio de los últimos cinco (5) años ha sido de unos US$300 Millones anuales lo cual se recomienda el sector eléctrico invertís US$ 150 Millones y el sector privado el resto.
Analizar e identificar los grandes esfuerzos que ya se han hecho en la región, para la promoción de buenas prácticas de comercio, armonización de regulaciones y modernización de dichos sistemas de comercio y regulaciones.

4. CONCLUSIÓN

Se concluye que la redes GPON permite un apoyo a los servicios telefónicos como es el IPV6 que es el nuevo protocolo de internet para las grandes compañías de telecomunicaciones, los TDM, las redes Ethernet (10/100 BaseT), ATM, líneas arrendadas, extensión inalámbrica para la 4G y mucho más. En materia de extensión de hasta al menos de 20 km con un alcance lógico apoyo dentro del protocolo de 60 km. Por consiguiente, obteniendo tasa de bit en el orden para los protocolos de simétrica 622 Mbit /s, 2,5 Gbit gracias a la integración de la Líneas de trasmisión con cable de guarda de fibra óptica (OPGW) de la Empresa de Transmisión Eléctrica Dominicana, que se encamina a la tendencia mundial de los nuevos modelos de integración del sector eléctricos y las telecomunicaciones en especial los servicios de banda ancha.

5. BIBLIOGRAFÍA

1. Kaminow, Ivan P. (2008). Optical Fiber Telecommunications V A. Components and Subsystems. San Diego, California: Elsevier Inc.
2. Wettling , Fred. (2006). Bechtel Telecommunications Technical Journal. United States: Bechtel Corporation.
3. Tozer, E.P.J. (2004). Broadcast Engineer's Reference Book. San Diego, California: Elsevier Inc.
4. G.Kramer, B. Mukherjee, y G. Pesavento. (2001). "Ethernet PON (EPON): Design an Analysis of a Optical Access Network", (pp. 307-319). Photon. Netw. Commun.
5. ITU GOALS, (2006). ITU Strategic Plan Goals. Resolution 71. Extraído el 17 de julio del 2009 desde http://www.itu.int/ITU-D/pdf/op/ITU-D-StrategicPlan-2008-2011.pdf.
6. De Caldas, Francisco José. (2005, noviembre). Plan Estratégico Programa Nacional de Electrónica, Telecomunicaciones e Informática. Extraído el 17 de julio del 2009 desde www.colciencias.gov.co.
7. INDOTEL, (2007,10 de marzo). Con inversiones cercanas a US $200 millones: Vargas anuncia instalación de vasta red de cables resol. Extraído el 11 de mayo del 2009 desde http://www.indotel.gob.do/noticias/noticias-2007/con-inversiones-cercanas-a-us-200-millones-vargas-anuncia-instalacion-de-vasta-red-de-cables-resol.html.

8. InfoCITEL, (2006, mayo). Estrategia nacional para el desarrollo de la banda ancha en la República Dominicana. Extraído el 11 de mayo del 2009 desde. http://www.citel.oas.org/newsletter/2006/mayo/banda-ancha-dominicana_e.asp.
9. DiariodigitalRD. Codetel informa ampliación de banda ancha. Extraído el 5 de mayo del 2009 desde http://www.diariodigital.com.do/articulo,36881,html.
10. CNSIC, (2008, 8 de abril). República Dominicana. Se incrementa uso teléfonos fijos e inalámbricos y celulares digitales. Extraído el 11 de mayo del 2009 desde http://www.ritla.net/index.php?option=com_content&task=view&id=2923&Itemid=170.
11. DiariodigitalRD. OneMax convierte a RD en el primer país con teléfono por internet. Extraído el 5 de mayo del 2009 desde http://www.laneros.com/archive/index.php/t-116202.html.
12. Listindiario, (2007, 7 de septiembre). Cuentas Internet crecen en RD. Extraído el 20 de mayo del 2009 desde http://www.bancentral.gov.do/otras_noticias.asp?a=listindiario2007-07-09.
13. Plasencia, Aleida. (2009, 6 de abril). HOY Digital. En zonas rurales habrá "banda ancha". Extraído el 11 de mayo del 2009 desde http://www.hoy.com.do/el-pais/2009/4/6/273005/En-zonas-rurales-habra-banda-ancha.

Autorización y Renuncia

Los autores autorizan a LACCEI para publicar el escrito en las memorias de la conferencia. LACCEI o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que esta expresado en el escrito.

Authorization and Disclaimer

Authors authorize LACCEI to publish the paper in the conference proceedings. Neither LACCEI nor the editors are responsible either for the content or for the implications of what is expressed in the paper.