

Red HFC para servicios de banda ancha comercial en la empresa Corporación Telemic C.A sede Anaco, estado Anzoátegui

HFC network broadband for commercial services of business Corporation Telemic C.A Anaco, Anzoátegui State

Ana Victoria Marcano e Hildegard Struppek

Gerencia y Coordinación Académica de la Enseñanza en Carreras Largas. Áreas Interdisciplinarias, Departamento de Ingeniería de Sistemas, Universidad de Oriente, Núcleo de Monagas, Venezuela.

E-mail: amarcano@udo.edu.ve

Recibido: 15/10/2012

Aceptado: 10/07/2013

RESUMEN

El trabajo de investigación tuvo como objetivo principal el estudio de una infraestructura de red para proveer servicios de banda ancha comercial tomando como caso la Corporación Telemic C.A (INTER) sede Anaco estado Anzoátegui integrándola con la red HFC existente a fin de lograr la convergencia tecnológica, esto permitirá a la empresa generar una ventaja sostenible sobre la competencia en el sector de las telecomunicaciones, estar en una posición óptima para identificar nuevas formas de generar ingresos, reducir los costes y aumentar la flexibilidad organizativa. El tipo de investigación asociado es proyectiva con un nivel descriptivo por cuanto se detalla el contexto tal cual como fue observado, los procesos y actividades realizadas en la empresa con la finalidad de generar una propuesta factible que permita solventar la situación planteada, metodológicamente estuvo guiada por una serie de etapas adaptadas a la metodología del ciclo de vida de la red propuesta por Cisco Systems, la cual permitió realizar un exhaustivo diagnóstico de las necesidades, evaluar requerimientos y realizar el estudio de integración de la red, que permita a los abonados la provisión de los servicios de TV, telefonía e internet a través de una misma plataforma.

Palabras Claves: red HFC, telecomunicaciones, red de datos, convergencia tecnológica, head end, Hybrid Fiber Coaxial.

ABSTRACT

The research objective was the study of a network infrastructure to provide broadband services business as a case in the Telemic Corporation CA (INTER) based Anaco Anzoátegui integrating with existing HFC network to achieve technological convergence, this will enable the company to generate a sustainable advantage over the competition in the telecommunications sector, to be in the best position to identify new ways to generate revenue, reduce costs and increase organizational flexibility. The research associate is projective with a descriptive level because the context is detailed as is as observed, processes and business activities in order to generate a feasible proposal allowing resolve the situation presented, methodologically was guided by a series of stages adapted to the life cycle methodology of the proposed network by Cisco Systems, which allowed for a thorough diagnosis of the needs, assess requirements, and develop the design of network integration, allowing subscribers providing services of TV, telephony and internet through one platform.

Keywords: HFC network, telecommunications, data networking, technological convergence, head end, Hybrid Fiber Coaxial.

INTRODUCCIÓN

Las empresas en la actualidad están siendo retadas para conectar en forma segura a clientes, asociados y empleados a los recursos corporativos, desde ubicaciones cada vez más distantes. La necesidad de proporcionar una infraestructura confiable y segura para entregar video, datos y servicios avanzados se ha vuelto indispensable para mantener una ventaja competitiva y convertirse en proveedor global de las necesidades del cliente. Esta tendencia ha impulsado la convergencia tecnológica necesaria para lograr ofrecer nuevos servicios en infraestructuras ya existentes, como los son las redes de televisión por cable o redes HFC (Hybrid Fiber Coaxial, por sus siglas en Inglés) las cuales están impulsadas por la necesidad de transmitir grandes volúmenes de información y la expansión del mercado.

La convergencia de servicios de telecomunicaciones impone retos tecnológicos, económicos y organizacionales para convertir las redes de cable en redes bidireccionales de datos de alta velocidad para así poder ofrecer una amplia variedad de servicios y aplicaciones como vídeo bajo demanda (VOD, Video On Demand), pago por visión (PPV, Pay Per View), juegos interactivos, videoconferencia, entre otros. Sin embargo, en la actualidad los que se han convertido en la principal prioridad son los servicios de telefonía y acceso a internet a alta velocidad, este último se tomará como base para ser estudiado a continuación. INTER como multiproveedor de servicios de telecomunicaciones a nivel nacional ha desarrollado una estructura de fibra óptica para ofrecer una gama de servicios bidireccionales que han sido integrados a medida que el mercado ha evolucionado para así ampliar horizontes y adecuarse a la demanda de sus suscriptores en las diversas ciudades del país.

La empresa está trabajando para llevar sus servicios a la mayor cantidad de suscriptores en el país. En este sentido, la UN Anaco ubicada en el Estado Anzoátegui Venezuela, actualmente sólo ofrece el servicio de TV por cable y desea expandir sus servicios para ofrecer a sus clientes el servicio de acceso a internet; por la gran importancia de estar a la vanguardia en los avances tecnológicos. Para lo cual se propone el estudio de la infraestructura de red para proveer servicios de banda ancha comercial utilizando la combinación de tecnologías de fibra óptica y cable coaxial, considerando que estas son una evolución de las redes de distribución de televisión por cable coaxial, haciendo posible topologías de redes susceptibles de transportar señales bidireccionales, capaces de proporcionar servicios interactivos de video, voz y datos.

Este estudio permitirá el diseño de una red la transmisión de los diferentes servicios (voz, TV, internet), controlar el tráfico bidireccional referente al rendimiento y seguridad, así como también el uso de los recursos por parte de los abonados, configuración y monitoreo de los servicios e interfaces, sistemas de acceso para la optimización del uso del ancho de banda entre los diferentes clientes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el logro de este objetivo se utilizó una adaptación de la metodología del ciclo de vida de la red propuesta por Cisco Systems, como marco metodológico de la investigación.

Fase I: Preparación. Se realizó una descripción de la situación actual de la empresa en relación a la infraestructura de la red de datos, para conocer cuáles son sus potencialidades, recopilar información acerca de la estructura y procesos de la organización, identificar las necesidades y su visión tecnológica, los actores involucrados, sus funciones; lo que permitió descubrir las limitaciones y aprovechar las oportunidades planteando alternativas viables.

Fase II: Planeación. Se realizó la evaluación del entorno actual de la red para soportar la solución propuesta y determinar si la infraestructura existente, las dependencias de los actores y el ambiente operativo son capaces de soportar el sistema propuesto de forma segura y eficiente. Se especificaron e identificaron los requisitos técnicos y operacionales del diseño en cuanto a capacidad y niveles de alcance.

Fase III: Diseño. Esta fase se concentró en el desarrollo de un diseño completo y detallado, que asocie las necesidades del negocio a la tecnología disponible y cumpla con los requerimientos técnicos para generar un sistema que maximice el éxito de la organización. La meta de esta fase es satisfacer los requerimientos inmediatos y futuros de la red de HFC, reflejarlos en el diseño para luego llegar a su implementación. Se considerarán las siguientes actividades:

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para cumplir con el logro de los objetivos planteados se desarrollaron actividades, métodos, técnicas, análisis, estrategias y procedimientos, aplicados en las fases de la metodología que van desde el estudio de la situación actual de la empresa hasta elaboración del diseño de la infraestructura de la red de datos.

Fase I: Preparación

El estudio de la infraestructura de red datos para ofrecer el servicio de banda ancha comercial en la empresa INTER sede Anaco estado Anzoátegui permitirá integrar de forma definitiva la infraestructura de datos con la estrategia general de las unidades de producción, teniendo en cuenta los objetivos generales y fines particulares que persigue la empresa: dominio de costos, mejora de sus posiciones competitivas, flexibilidad de las redes para integrar todas las innovaciones tecnológicas, coherencia en los equipamientos, calidad funcional y operativa de los servicios de telecomunicaciones, junto a la integración de estos con el resto de las funciones de la empresa.

La UN Anaco ofrece el servicio de distribución de señales de TV a través de redes de banda ancha híbrida de fibra y cable coaxial (HFC); teniendo como componente principal de su red el Head End. En este se reciben las señales de múltiples fuentes, incluyendo las señales de aire, las señales satelitales y las señales de origen local; posteriormente se acondicionan (dependiendo del formato en el cual se reciben) y se colocan en una portadora de RF, para combinarse en único cable. El proceso de acondicionamiento filtra las frecuencias no deseadas, amplifica las señales de ser necesario y estabiliza el nivel de amplificación requerido, es decir, se limpia la señal y se coloca en el formato correcto para su transporte a través de la red HFC. Finalmente se asigna una frecuencia de RF de salida para cada señal en base la grilla de canales.

Las señales de aire han sido moduladas en una portadora con una frecuencia en el espectro de RF y son transmitidas por aire por estaciones locales independientes o afiliados locales de redes nacionales y estas son recibidas en el Head End a través de antenas convencionales ubicadas en la parte superior. Entre los canales que se reciben por aire se pueden mencionar: Venevisión, Televen, TVES, VTV, entre otros.

Las señales satelitales incluyen cualquier señal transmitida desde una estación terrestre a un satélite en órbita y luego retransmitida a la tierra; estas señales son mucho más complejas que la señales de aire ya que siguen tres segmentos de ruta desde la estación transmisora terrestre a la estación receptora terrestre. Las señales satelitales son en formato de microondas; es decir, tienen

frecuencias en el rango de GHz y muchos de los canales se reciben a través de un satélite, incluyendo Sun Channel, HBO, A&E, Sony, TNT, entre otros.

El tercer tipo de las señales utilizadas en el Head End son las señales de origen local que se producen dentro de el por un generador de caracteres, en formato de banda base que comparten una baja frecuencia; en este caso, corresponden el canal guía, la insertora de publicidad y logos en cual se transmiten pautas publicitarias de la empresa y la guía de programación de canales en la ciudad de Anaco. En la figura 1 se muestra el proceso de acondicionamiento de las señales que se reciben en el Head End.

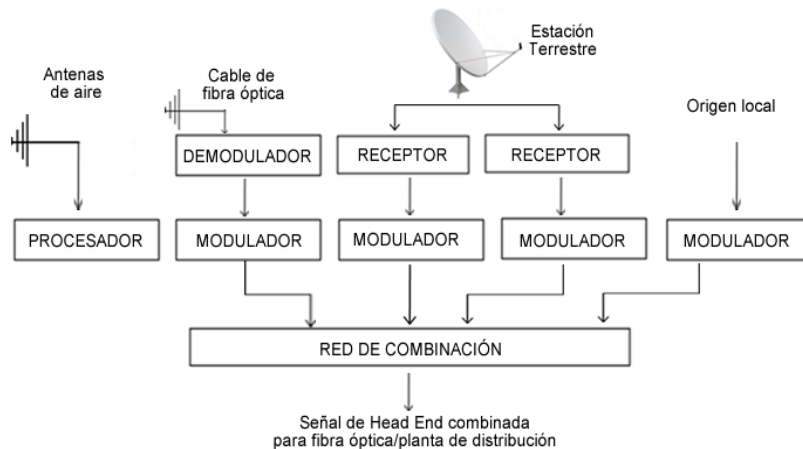


Figura 1: Proceso de acondicionamiento de la señal.

Fase II: Planeación

Uno de los puntos principales en el estudio de una infraestructura de red, es dar a conocer los parámetros fundamentales en cuanto a las características con que debe contar. Una planeación adecuada es crucial para asegurar una red de alta disponibilidad y de alto rendimiento que se traducen en la reducción de costes y mejoras en los procedimientos de trabajo para la organización.

Requerimientos de la red HFC

- En la red HFC actual se debe habilitar canales para doble vía que permitan soportar los servicios de datos.
- Alta flexibilidad que permita la interoperabilidad con otras redes.
- Escalabilidad de ancho de banda y servicios permitiendo que los abonados puedan disponer de acuerdo a sus necesidades, el ancho de banda que sus aplicaciones demanden.
- Considerar estándares abiertos que permitan conectarse con otras redes con confidencialidad, flexibilidad y seguridad.
- El equipamiento a utilizar debe cumplir con el estándar DOCSIS (Internacional Data Over Cable Service Interface Specification - Especificación de Interfaz para Servicios de Datos sobre Cable) que define los requerimientos de la interfaz de soporte de comunicaciones y operaciones para los sistemas de datos por cable.

Fase III: Diseño

El diseño de la red se basa en el modelo jerárquico de capas, el cual según Lewis (2009) “implica la división de la misma en capas. Cada una de estas capas proporciona funciones específicas que definen su papel dentro del conjunto. Al separar las diversas funciones que existen en una red, ésta se hace mas modular, lo que facilita su escalabilidad y su rendimiento”. Este modelo pretende definir claramente la misión de los elementos de la red, para que puedan ser administrados como una colección de unidades operativas independientes, replicables y escalables.

La figura 2 muestra el diseño jerárquico asociado a la red de la UN Anaco, donde la capa de núcleo estará formada por varios sistemas de conmutación basados en switches independientes. La capa de distribución está formada por los sistemas de: enrutamiento y firewall. La capa de acceso está formada por los enlaces de datos y la red HFC que permiten ofrecer los servicios de banda ancha a los abonados, utiliza el protocolo DOCSIS como mecanismo de transporte para establecer la conexión con los abonados y la zona de enlace de datos que incorpora la funcionalidad para conectarse con los proveedores de servicios para tener presencia y acceso a la Internet.



Figura 2: *Diseño jerárquico de la red*

La red HFC pertenece a la capa de acceso y su diseño depende de los servicios que se desean ofrecer a los abonados, es por ello que la arquitectura de la red HFC juega un papel importante en la distribución de señales desde el origen de ellas hasta los distintos abonados. La topología de la red actual de INTER sede Anaco es una topología tipo árbol, cuyo principal elemento jerárquico en la red es el Head End.

Diseño del Head End de la red de INTER UN Anaco

Las redes HFC actuales de la empresa INTER sede Anaco transmiten únicamente señales desde el Head End a los abonados, mediante el uso de un canal descendente (transmisión tipo broadcasting). En este sentido, para poder ofrecer el servicio de banda ancha se requiere habilitar un canal ascendente para que de esta manera los abonados puedan transmitir y recibir datos a través del mismo medio (servicios de narrowcasting). Dichos servicios permitirán a la empresa maximizar la utilización del ancho de banda disponible a fin de cumplir con las necesidades de una base de suscriptores segmentada, aumentando de esta manera el potencial de obtener ganancias.

1. *Downstream o Vía Directa (Canal de Forward).* Inicialmente se debe reservar el espectro de ancho de banda para transportar los servicios que se van a ofrecer a través de la red HFC. Actualmente INTER transporta video analógico en el ancho de banda de 54-550 MHz y los

servicios digitales en la banda de 550-870 MHz, debido a que los sistemas y equipos relacionados están diseñados actualmente para incluirlos en estas frecuencias. En el sentido descendente la señal se propaga por todas las ramas de coaxial, bajo el comportamiento normal de una red de difusión. El canal descendente (downstream) es el camino desde la Head End al abonado transmitiéndose señales analógicas y digitales en la banda de frecuencias de 550-870 MHz.

2. *Upstream o Vía Retorno (canal de reversa)*. Por el contrario la capacidad para el ancho de banda de retorno se encuentra limitada alrededor de 35 MHz utilizando la asignación de subdivisión extendida; por lo tanto, se requiere utilizar la vía de retorno de manera conservadora. Mediante el reparto dinámico de toda esta capacidad entre los abonados que en cada instante lo soliciten, se obtiene un sistema flexible que permite un aprovechamiento intensivo de los recursos. En el canal ascendente o de retorno se distinguen los canales provenientes de cada rama de coaxial y se superponen al llegar al nodo óptico, resultando un solo canal que llega hasta la cabecera, así se comparten los 35 MHz del canal de retorno (5 - 40MHz) entre todos los usuarios. Los canales de retorno serán multiplexados en frecuencia (FDM) en el nodo óptico, lo que significa que cada uno de los canales se situará en una frecuencia distinta para que puedan viajar todos por la misma fibra de retorno hasta el Head End. De ésta forma los 35 MHz del retorno son compartidos solamente entre los usuarios de la rama de coaxial que tenga asignado el momento de la transmisión.

En la figura 3 se muestra la distribución del espectro de frecuencias sobre la red HFC utilizado en la empresa INTER.

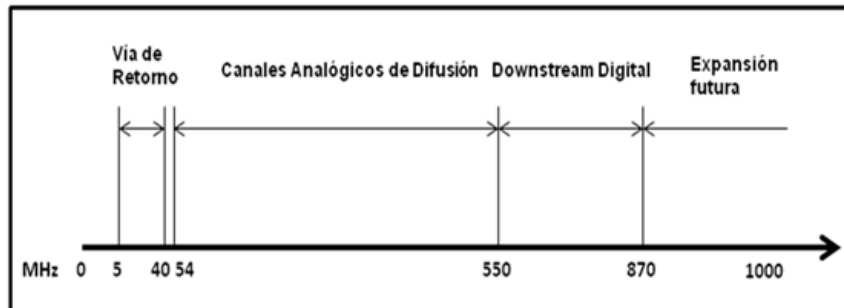


Figura 3: Distribución del espectro de frecuencias sobre la red HFC en la empresa INTER.

Diseño de la red troncal de INTER UN Anaco

La red troncal de INTER, corresponde al recorrido de la fibra óptica desde el Head End hasta los nodos ópticos principales. Las redes híbridas fibra/coaxial permiten el transporte de señales de alta calidad a grandes áreas de servicios, en portadoras de RF y portadoras Ópticas. Las señales de RF moduladas y combinadas que salen del Head End, deben ser convertidas a una forma óptica, para ser transportadas a través del enlace de fibra óptica.

Considerando los servicios que se van a ofrecer a través de la red HFC, inicialmente se debe reservar y optimizar la capacidad de ancho de banda necesario para transmitir las señales hacia todos los abonados sin considerar si ellos son capaces de recibirlas o no (transmisión de tipo radiodifusión- broadcasting) y el ancho de banda destinado por las señales que son transmitidas a ciertos usuarios en particular (transmisión de difusión selectiva - narrowcasting). En este sentido, el broadcasting será destinado para la transmisión de todos los canales de televisión por

suscripción y el narrowcasting para ofrecer el servicio de banda ancha. De esta manera es posible modificar la capacidad de un ancho de banda de acuerdo a los requerimientos futuros.

En la figura 4 se muestra el esquema óptico de los elementos involucrados para la transmisión de los servicios de TV y datos en la empresa INTER sede Anaco, usando un transmisor óptico con capacidad para alimentar la cantidad de cuatro (4) nodos ópticos que cubren las áreas de servicios en diferentes zonas geográficas de la ciudad identificados como Nodos ACO 04, ACO19, ACO 09, ACO 06.

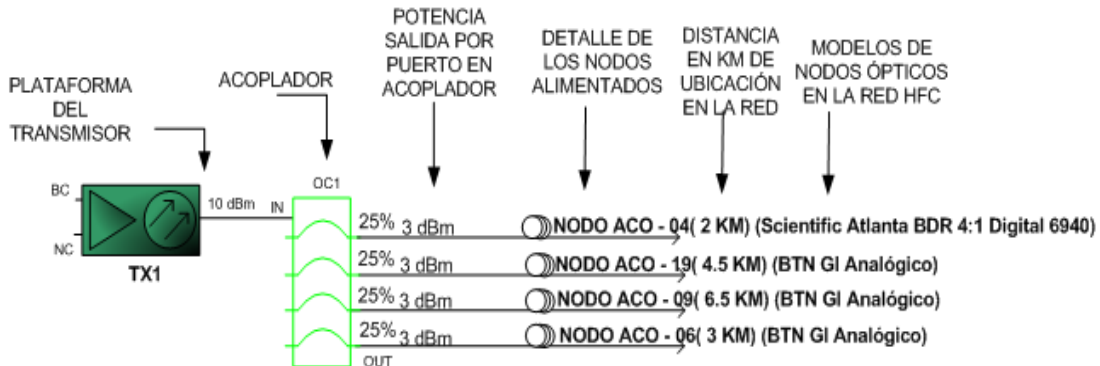


Figura 4: Esquema de transmisión Óptico Head End Anaco.

Los nodos ópticos de la red troncal son los puntos de terminación de la red HFC en la cual las señales de la fibra (electro-ópticas) se convierten en RF (óptico-eléctricas) para la distribución a los hogares. Los nodos ópticos distribuidos en la red troncal actual de la UN Anaco son de tipo analógicos y digitales; el nodo ACO 04 es de tipo digital modelo Scientific Atlanta BDR 4:1; los nodos ACO 19, ACO 06 y ACO 09 son analógicos modelo BTN General Instrument; cada nodo óptico tiene capacidad para atender a un número determinado de abonados.

La diferencia de un receptor digital con respecto a uno analógico radica en que poseen cuatro (4) salidas de RF correspondientes a cada sub nodo de cada nodo. Es por ello que se utilizaran combinadores 4:1 para obtener una única señal en RF asociada a un puerto de upstream. También es importante dejar un puerto disponible con fines de medición de los niveles de señal óptimos, actualmente el equipo destinado para estos fines en el Head End Anaco es el SDA 5510.

Para la transmisión de las señales de narrowcast es necesario disponer en el Head End de un CMTS, que es el encargado de comunicarse con los CM en las instalaciones de los abonados. Estos equipos adecuan los datos digitales a la red HFC y consiguen tasas de transmisión hacia el abonado de hasta 2 Mbps.

En la fase del diseño de la red troncal que se encarga de repartir la señal generada por el Head End a todas las zonas de distribución que abarca la red de cable, se consideran aspectos como la ubicación geográfica de los puntos de interés como el Head End y los nodos ópticos de la red. En la red actual de INTER sede Anaco los nodos están ubicados en zonas centrales a su respectiva cobertura considerando la densidad poblacional en dicho sector y el número de abonados con una proyección futura, que servirá como base inicial para el diseño de la red con la finalidad de proveer el servicio de banda ancha comercial sobre la misma infraestructura actual que posee la empresa.

Cada nodo óptico posee una capacidad para alimentar un total de 1000 abonados activos. Posteriormente del nodo óptico, parten cuatro (4) buses de cable coaxial que sirven a cuatro (4) áreas de distribución distintas, denominados sub-nodos (A, B, C, D); cada sub-nodo permite ofrecer los servicios a un total de 250 hogares. La UN Anaco posee un total de 6 nodos ópticos en la red troncal pero para efectos de esta investigación se tomara en cuenta en el diseño de la red HFC el nodo ACO 04 que se encuentra conectado al Head End a través de un enlace de fibra óptica de 2 Km y para la red de distribución se tomara en cuenta el sub nodo ACO 04A. La ubicación geográfica del sub nodo ACO 04 se muestra en la figura 5 donde se observa el área de cobertura de la zona.

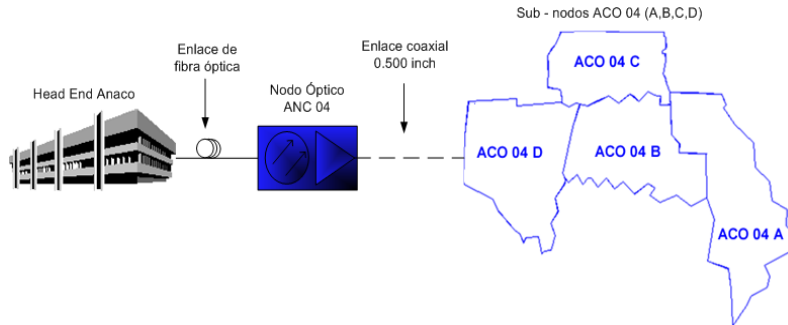


Figura 5: Red HFC de la UN Anaco simplificada correspondiente al nodo ACO 04.

Diseño de la red de distribución y red de acometida de INTER UN Anaco

En el segmento de la red de distribución se utilizara como medio de transmisión el cable coaxial RG.500 dadas las características de menor atenuación por distancia recorrida, permitiendo reducir el número de amplificadores totales en cascada. Para este diseño se consideró el tendido de la red de distribución actual del sub nodo ACO 04A que cubre un área geográfica de un total de 33 manzanas para un total de 921 hogares; sin embargo para fines de este trabajo de investigación el tendido de la red de abarca el diseño de distribución para ofrecer servicios de banda ancha a un total de 250 abonados activos que representa la muestra de la población seleccionada.

Se estudiaron las características que tienen importancia directa para el diseño del sistema de banda ancha, relacionados con los cálculos de requisitos de ancho de banda y los niveles de señal, cuyas características básicas se resumen a continuación:

Debido a la naturaleza de la tecnología de CATV, el control del ruido en la banda de upstream es un problema significativo. La elección del espectro está limitada a aquellas bandas que tengan suficiente razón señal a ruido (SNR ó S/N) para soportar la transmisión de datos usando QPSK ó 16-QAM. DOCSIS especifica un valor mínimo de 25 dB para la SNR en el rango de 5 a 42 MHz. Las bandas de frecuencia más alta son preferidas debido a que los armónicos afectan menos las comunicaciones.

Capa física: La capa física DOCSIS permite flexibilidad considerable debido a los diferentes anchos de banda de la señal ascendente y a las opciones de modulación disponibles para ambos flujos. Para el Ancho de banda del canal, se especifica un ancho de canal de subida entre 200 KHz y 3200 KHz con un canal de bajada de 6 MHz. Para Modulación, se especifica 64 QAM o 256 QAM para el canal de bajada y QPSK o 16 QAM para el canal de subida. DOCSIS emplea métodos de acceso determinísticos, específicamente TDMA y S-CDMA; experimentando pocas colisiones

La máxima tasa de transmisión del enlace descendente es de 42.9 Mbps y del ascendente de 10,24 Mbps. El retorno maneja cinco anchos de canales de radiofrecuencia (RF) diferentes para disponer de diferentes tasas de transmisión.

Capa de enlace: Esta capa necesita estar encriptada, para mantener la privacidad de las comunicaciones entre los usuarios. Incluye el estándar de encriptación de datos (DES, por sus siglas en inglés) para los datos de usuario.

Capa de red: Utiliza el protocolo IP para la comunicación entre el cable modem y la red.

Capa de transporte: Para el transporte de datos IP, se utiliza TCP o UDP.

Capas superiores: En esta capa se soportan todas las aplicaciones relacionadas con Internet, como: http, mail, ftp, www, DHCP, entre otros.

Equipamiento de la red HFC

CMTS: es el equipo que se utiliza para proporcionar servicios de datos de alta velocidad por cable a los abonados. Desde la red HFC al CMTS llegan los canales ascendentes (4 canales), compartidos por los usuarios, y desde el CMTS parte un canal descendente hacia los diferentes cable módems.

Cable modem: El cable modem es un equipo terminal de abonado y tiene la capacidad de ofrecer los servicios de acceso a redes de datos como Internet a velocidades muy superiores a las recibidas a través de la red telefónica. Estos equipos, reciben datos a velocidades superiores de las enviadas y utilizan como modo de transmisión el multiplexado estadístico del tráfico de red, permitiendo ahorrar recursos.

Diplexor: La principal función de un filtro diplexor es la de separar los anchos de banda de downstream y upstream de las señales en un sistema de red HFC.

Ecualizador (EQ): La función de un ecualizador dentro de un amplificador es la de atenuar las señales de menor frecuencia para mantener una entrada plana de señal de RF a los híbridos de amplificación.

Atenuador (A): Es un circuito cuya función principal es reducir el nivel de potencia de la señal de RF a un valor determinado. Los atenuadores van de 0 a 20 dB en incrementos de 1 dB.

Combinador: agrupan un determinado número de señales de RF y las amplifican mediante IC híbridos de muy baja distorsión. La ganancia se ajusta para enviar el nivel apropiado a la red de distribución, transmisores ópticos, etc.

Amplificador: Los amplificadores a ser utilizados en la red bidireccional HFC, deben cumplir con el control de atenuación para ajustar el nivel de RF, bajo ruido, baja distorsión y alta linealidad en la red, determinado rango de potencia de salida en dBmV de acuerdo a las frecuencias establecidas por DOCSIS 1.1.

Nodo Óptico: Los nodos ópticos a ser utilizados en la red bidireccional HFC, deben permitir el transporte de paquetes de datos y video, disponer de los canales ascendentes y descendentes para el rango de frecuencias especificado por DOCSIS 1.1., capacidad de amplificación y ganancia para las frecuencias de los extremos del rango de frecuencia a utilizarse, especificar los niveles de entrada óptica para el canal de downstream y de radiofrecuencia (RF) para el canal de upstream, especificar los niveles de señal de salida de radiofrecuencia para el canal de downstream y nivel

de salida óptica para el canal de upstream y disponer del rango de longitud de onda especificado por el tipo de fibra óptica presente en la red

Estimaciones sobre el ancho de banda ofrecida a los abonados mediante la tecnología propuesta.

La empresa INTER sede Anaco brindará planes del servicio de datos con velocidades teóricas de downstream y upstream de 256/128 Kbps, 512/128 Kbps y 1024/128 Kbps con niveles de compartición de 4:1(en base a la oferta en el mercado) respectivamente; es decir, que en las horas pico la velocidad mínima que tendrán los abonados con el plan mínimo será de 64 Kbps de downstream.

Se realizó un ejercicio de cálculo de la capacidad necesaria para la prestación del servicio de datos considerando un total de 250 abonados residenciales que pueden adquirir el servicio de datos, 100 de ellos adquieren el servicio de internet con capacidad de 1024/128 Kbps, 60 abonados con capacidad de 512/128 Kbps y los 30 restantes con capacidad de 256/128 Kbps con un índice de simultaneidad del 15, 12 y 10% respectivamente. El cálculo de la capacidad total requerida de downstream por el total de abonados que dispondrán del servicio, se realizó de la siguiente manera:

Capacidad= (Número de AB) % de simultaneidad*anchodebanda[Kbps]

Para 1024 kbps Capacidad (1)=15360 [Kbps]

Para 512 kbps Capacidad (2)=3686.4 [Kbps]

Para 256 kbps Capacidad (3)=1536[Kbps]

Capacidad (total)= Capacidad (1)+ Capacidad (2)+ Capacidad (3)

Capacidad (total)= 20582,4 [Kbps]

Cantidad de E1= Capacidad (total) / 2048

Cantidad de E1= 10,05 lo que equivale a un total de 11 E1.

Se prevé que la demanda de abonados con el tiempo va a aumentar considerablemente y por ende la utilización de recursos de ancho de banda se recomienda el uso de un enlace STM-1 que equivale a 155 Mbps.

CONCLUSIONES

La determinación de los requerimientos de la infraestructura de red enmarcó la evaluación de los elementos que, a través de su implementación, pudieran soportar el sistema propuesto de forma segura y eficiente, implicando consideraciones en cuanto al hardware, configuración de equipos, protocolos de conmutación, protocolos de enrutamiento y modelos de direccionamiento, que debía incorporar el diseño.

El estudio de la infraestructura de red propuesto representa una opción confiable en cuanto a la prestación de los servicios de banda ancha comercial a través de la red HFC permitiendo brindar a los abonados la provisión de los servicios de TV e internet a través de una sola plataforma. Esto reduce significativamente el costo de instalación, consecuentemente un menor precio para el abonado.

Debido a la naturaleza y ancho de banda alcanzable en las redes HFC, la implementación de un sistema de datos basado en protocolo IP es una plataforma plenamente viable, sobre el cual

las empresas de TV por cable puede sobrellevar con éxito el régimen de convergencia tecnológica y de servicios adoptando esquemas inteligentes de comercialización que garanticen satisfacer los requerimientos del cliente y por ende asegurar su permanencia en el mercado.

La velocidad de transmisión de la red es altamente afectada por las condiciones de propagación de las señales eléctricas, es decir por el ruido, ingresos, intermodulación, no linealidades en la red, retardos de propagación, ecos, entre otros. Por ello, esto es fundamental considerar para el desarrollo e implementación de la red la degradación producida por estos factores.

Las redes de HFC son un medio compartido, lo cual supone un problema para la seguridad dentro de la red. Esto hace que sean necesarios sistemas que prevengan de violaciones de seguridad por parte de otros usuarios o intrusos que accedan a la red de manera ilegal, pudiendo tener acceso a contenidos prohibidos para ellos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARADO, G. 2003. Diseño e implementación de redes de acceso para proveer el servicio de telefonía fija y servicios de valor agregado por el grupo TV Cable. Memoria para optar al título de ingeniero en electrónica y telecomunicaciones .Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador.
- CLAISE, B. y WOLTER, R. 2007. Network Management: Accounting and Performance Strategies. Cisco Press, USA.
- COUCH, L. 2008. Sistemas de comunicación digitales y analógicos. Pearson Educación, México.
- DYE, M., MCDONALD R. 2008: Aspectos básicos de networking. Guía de estudio de CCNA Exploration . Pearson Educación, España.
- ESPINOZA, M. 2006. Análisis de la integración de redes HFC con tecnologías inalámbricas, bajo el estándar DOCSIS. Memoria para optar al título de ingeniero en Electrónica. Escuela Politécnica Nacional, Ecuador
- HOLGUIN, R. 2008. Estudio de las redes de telecomunicaciones de nueva generación, análisis de su convergencia y aspectos regulatorios, Memoria para optar al título de ingeniero en telecomunicaciones. Escuela Politécnica Nacional, República del Ecuador.
- LEWIS, W. 2009. LAN inalámbrica y conmutada. Guía de estudio de CCNA Exploration. Pearson Educación, España.
- NASER, D. (1994). Network Optimization and Troubleshooting. Editorial New Riders Publishing. Indianapolis, USA.
- PORTILLO, J. (2003). Desarrollo de una red de comunicaciones de datos, audio y video utilizando la infraestructura de las redes de televisión por cable. Memoria para optar al título de ingeniero electricista. Universidad de San Carlos, Guatemala.
- RASKIN, D. y STONEBACK, D. 1998. Broadband return system for Hybrid fiber/coax cable TV networks. Nueva Jersey, Estados Unidos: Prentice Hall, USA.