"ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑO DE UNA RED HFC PARA APLICACIONES TRIPLE PLAY PARA LA EMPRESA PARABÓLICA DEL NORTE EN LA CIUDAD DE ATUNTAQUI."

Sebastián Donoso sebasdono87@hotmail.com, Darwin Aguilar dlaguilar@espe.edu.ec, Paul Bernal cpbernal@espe.edu.ec

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

Sangolquí - Ecuador

ABSTRACT

This project presents a study and design of a HFC (Hybrid Fiber Coaxial) telecommunications network for the company "Parabolica del Norte", a detailed description of what these networks are, and how they are becoming one of the best solutions for operators telecommunications services to be able to provide a package of Triple Play with Broadband Internet, telephony and video by subscription to satisfied the current beneficiary and this way to get a larger market in Atuntaqui city.

Based on the actual infrastructure of the company raises an great migration to a hybrid network that combines the high bandwidth and speed of optics fiber with low cost and easy installation of coaxial cable. We performed an analysis of the current network using network maps, data and inventories provided by the company and then propose a new design with the HFC network technology being able to get a bidirectional communication between the subscriber and the headend.

This project presents mainly technical aspects of the HFC network, then considered the configuration and administration of the new system and the workers necessary, some regulatory, economic and commercialize aspects for the implementation and operation of the network.

RESUMEN

El siguiente proyecto es un estudio y diseño de una red de telecomunicaciones HFC para la empresa "Parabólica del Norte", una descripción detallada de lo que son este tipo de redes, y como se están convirtiendo en una de las soluciones preferidas por los operadores de servicios de telecomunicaciones para tener la capacidad de brindar un paquete de servicios "Triple Play" con Internet Banda Ancha, Telefonía

y Video por subscripción que satisfaga a los actuales beneficiarios y de esta manera poder acaparar un mercado más grande en la ciudad de Atuntaqui.

Partiendo de la infraestructura actual de la empresa se plantea una inminente migración hacia una red hibrida que combina el gran ancho de banda y la velocidad de la fibra óptica con los bajos costos y la facilidad de instalación del cable coaxial. Se realizo un análisis de la red actual utilizando planos de la red, información e inventarios facilitados por la compañía para luego proponer un nuevo diseño con la tecnología de red HFC capaz de realizar una comunicación bidireccional entre los abonados y la cabecera de la red.

Este proyecto plantea principalmente aspectos técnicos de la red HFC; posteriormente se consideró la configuración y administración del nuevo sistema, así como el personal necesario para realizarlo, algunos aspectos regulatorios, económicos y comerciales generales para la implementación y explotación de la red.

INTRODUCCIÓN

Se presenta la oportunidad de ingresar a un mercado escaso en Imbabura, existe un cable operador que actualmente cuenta con una red CATV (basada exclusivamente en cable coaxial), pero la evolución tecnológica ha puesto a disposición diversas alternativas para la implantación de nuevos servicios y se plantea la inevitable migración hacia una red híbrida: fibra óptica-cable coaxial (HFC), que maneje servicios convergentes como Televisión Analógica y Digital, Internet Banda Ancha, Transmisión de Datos, Telefonía, Video bajo Demanda (VoD), entre otros, los mismos que representarán un aporte al desarrollo de la integración a las TICs de la cuidad de Atuntaqui.

Dependiendo de la situación actual de la empresa y de la demanda de nuevos servicios en los diferentes sectores de la ciudad se planteara un estudio y diseño de una Red HFC para aplicaciones TRIPLE PLAY que dará solución a las necesidades de la población.

SITUACIÓN ACTUAL

Parabólica del Norte es una empresa proveedora de servicios de Televisión por cable, utiliza una topología tipo árbol basada en cable coaxial RG-500 para su red troncal y RG-11 para su red de distribución y acometidas, presenta una serie de amplificadores de línea unidireccionales en cascada alimentados por fuentes de 60 V 10 A, la distancia entre estos varía dependiendo de la cantidad de usuarios y la atenuación de la señal; entre cada dos amplificadores se ubican una serie de Taps con una atenuación de la salida derivada respecto de la entrada de 7, 9, 12 y 16 dB dependiendo de la cercanía hacia el amplificador, desde cada tap parte la red de acometida la cual llega hacia el usuario por un conector tipo F que se conecta directamente al televisor ya que la empresa no cuenta con canales codificados, ver figura 1

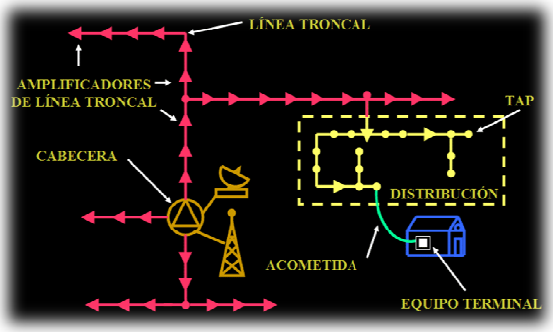

Figura 1 Red Actual

En su cabecera cuenta con antenas satelitales la cuales reflejan la señal hacia un LNB que las amplifica antes de que las envíe al cable y las convierte en una frecuencia más baja para minimizar la pérdida de señal en los cables.

Las señales satelitales son sintonizadas por un receptor satelital de audio y video y decodificadas en caso de que sean enviadas con formatos de codificación (MPEG-2, etc.), para luego obtener una señal modulada en el canal adecuado. Las señales ya colocadas en un canal distinto gracias a la modulación son agrupadas en un combinador con las señales locales de televisión, para finalizar, luego de que todos los canales son combinados estos llegan a un amplificador el cual enviara la señal multiplexada hacia la red.

DISEÑO Y MIGRACIÓN LA RED HFC

Básicamente la migración consiste en rediseñar y reemplazar la red Troncal de cable coaxial RG-500 por una Red Troncal de Fibra Óptica, se propone utilizar el cable ADSS-12B1.3 porque es un cable autosoportado y posee 12 hilos de fibra monomodo, este cable nos proporcionara un gran ancho de banda y la inmunidad al ruido característica de la fibra óptica; sustituir cable coaxial RG-11 por cable coaxial RG-500 debido a sus bajas perdidas , cambiar y reducir los amplificadores RF unidireccionales por bidireccionales, esto es indispensable porque los servicios de Telefonía e Internet requieren de un canal de retorno, y para la red de acometida utilizar cable coaxial RG-11 el cual brinda facilidad y bajos costos de instalación, ver Figura 2

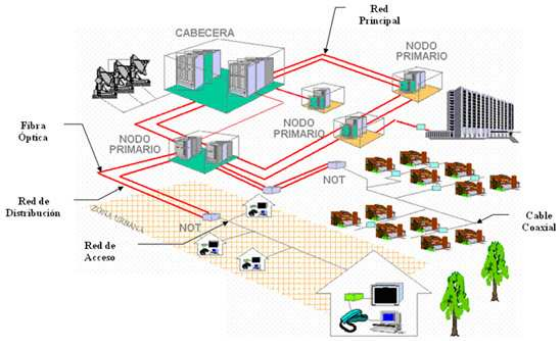

Figura 2 Red HFC

Para pasar de fibra a cable coaxial, la red troncal con topología de anillo convergente, desemboca en 5 nodos ópticos ubicados en sitios estratégicos dependiendo de la topología del terreno, la facilidad de instalación y la demanda de usuarios, en estos se encuentran concentradas las mejores esencias de las telecomunicaciones, la conversión óptico-electrónica, la multiplexación y demultiplexación de canales de voz en tramas, los amplificadores de RF, dispositivos pasivos de derivación y reparto, sistemas de alimentación ininterrumpida.

La red HFC se plantea de la siguiente forma, tomando en cuenta la facilidad de instalación tanto de la fibra como de cada nodo y cobertura, ver figura 3

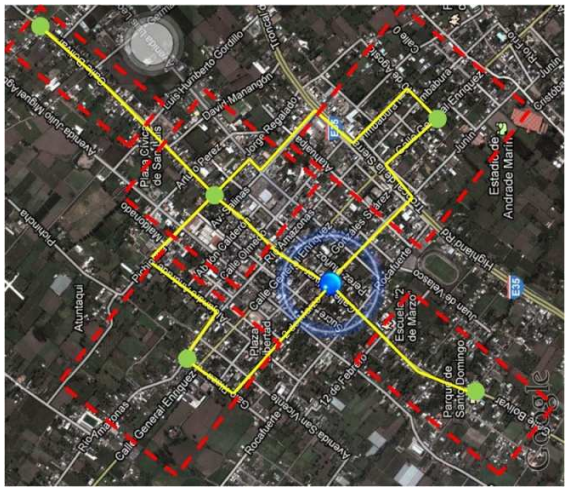

Figura 3 Red HFC Atuntaqui

Sin embargo no solo son necesarios los cambios que se propone realizar, la base de todo se encuentra en la cabecera y las instalaciones de los abonados en donde se sitúan los equipos que darán vida a la red HFC.

Dentro de la cabecera se plantea la adopción de DOCSIS 3.0 el cual es un estándar no comercial que define los requisitos de la interfaz de comunicaciones y operaciones para los datos sobre sistemas de cable, lo que permite añadir transferencias de datos de alta velocidad a un sistema de televisión por cable.

DOCSIS establece una asignación de frecuencias que se muestran en la figura 4

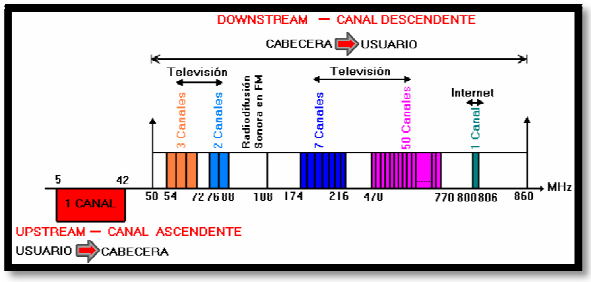

Figura 4 Asignación de Frecuencias DOCSIS

Desde los 4 MHz a los 860 MHz, destinando a un ancho de banda de 4 MHz a 50 MHz para el canal de upstream (canal Ascendente) también llamado de datos de retorno, en estas frecuencias se encuentran los datos que envía el usuario a la cabecera.

Desde los 55.25 MHz a los 860 MHz se tiene el canal Downstream (canal Descendente), a partir de los 54 MHz se coloca el primer canal de TV analógica y dependiendo de cuantos canales análogos ofrece la empresa se determinará un tope para utilizar la banda sobrante para datos digitales, considerando que la banda de frecuencias desde los 88 MHz a los 108 MHz es manejada para radiodifusión sonora en FM.

DOCSIS establece la instalación de cablemódems en el sitio del suscriptor adicionalmente al CMTS que posee la cabecera como se muestra en la figura 5

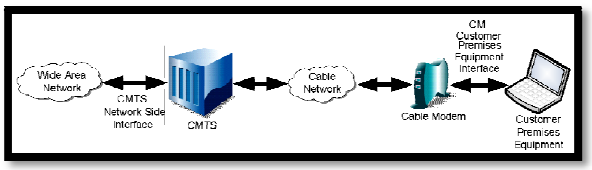

Figura 5 DOCSIS

CMTS.- son las siglas de (Sistema de Terminación de Cablemódems).

Para entender lo que es un CMTS se puede pensar en un Router que actúa como interface entre la red de datos y la red de RF o que posee conexiones Ethernet en un extremo y conexiones RF coaxiales en el otro, se utiliza para proporcionar servicios de datos de alta velocidad, como Internet por cable o VoIP, a los abonados, compatible con Normas DOCSIS 3.0.

Cable Modem.- es un tipo especial de módem diseñado para modular la señal de datos sobre una infraestructura de televisión por cable.

Para la cabecera se plantea el siguiente equipamiento, ver figura 6

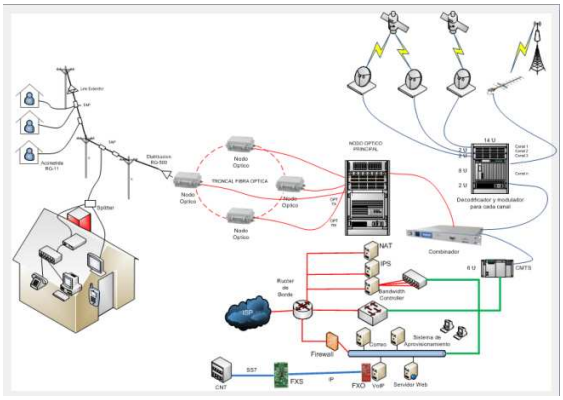

Figura 6 Equipamiento Cabecera

ACCESO A INTERNET Y TELEFONÍA

En la cabecera es muy importante tomar en cuenta todos los equipos necesarios y su configuración para poder ofrecer el servicio de Internet y Telefonía, sin dejar de lado la seguridad y confiabilidad que debe tener la red para evitar amenazas por ataques automáticos y violaciones de seguridad.

De tal manera se plantea el siguiente equipamiento, ver figura 7

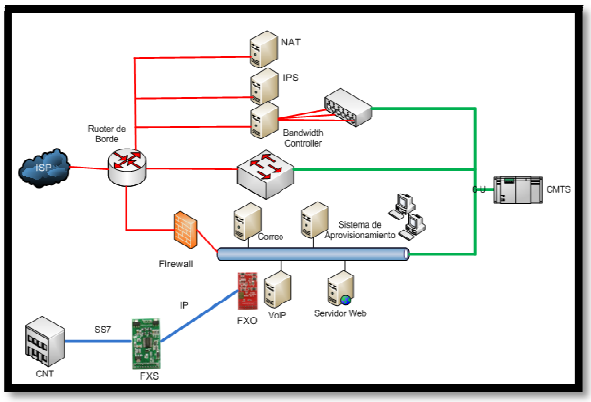

Figura 7 Acceso a Internet y Telefonía

Para telefonía se contrata a CNT un acceso digital E1, cuya señalización como toda red de telefonía pública es SS7, sin embargo dado que se pretende manejar un servidor de telefonía IP se necesita realizar el cambio de señalización a telefonía IP para lo cual se utiliza la tarjeta FXS, de la FXS parte la línea y se conecta a una tarjeta FXO que estaría ubicada en el servidor de VoIP, el cual maneja Protocolos H.323 y SIP y en el que se crearan las extensiones para cada usuario.

Un E1 posee 30 canales de voz que pueden ser utilizados también para datos al mismo tiempo, sin embargo de ser necesario se puede contratar varios E1 dependiendo de la cantidad de usuarios que deseen el servicio.

Para poder utilizar la Telefonía IP en el hogar será necesario tener un teléfono IP o en caso de querer utilizar el mismo teléfono análogo se puede adquirir *Gateways* y adaptadores analógicos, normalmente conocido como *Analog Telephone Adaptor o ATA*, que se puede describir brevemente como un dispositivo que convierte señales empleadas en las comunicaciones analógicas a un protocolo de *VoIP*. Concretamente estos dispositivos se emplean para convertir una señal digital (ya sea *IP* o propietaria) a una señal analógica que pueda ser conectada a teléfonos o faxes tradicionales, y a la inversa, convierte una señal analógica en una señal digital

En el caso del Internet se plantea adquirir a un ISP un acceso preferentemente de fibra que iría conectado a un router de borde, el ISP proveerá direcciones públicas, por tal motivo será necesario tener un servidor NAT (*Network address Translation*), este hará que el router de borde, actué como un agente entre Internet (red pública) y una red local (red privada), esto significa que solo hace falta una única dirección IP para representar a un grupo entero de ordenadores, y para asignar las direcciones IP a cada abonado u ordenador se utilizara un servidor DHCP o el mismo CMTS si es que posee esta característica.

GigaEthernet es un estándar que soporta las nuevas innovaciones en tecnologías de networking e incorpora los conceptos de integración sobre IP, calidad de servicio, escalabilidad, servicios administrados, alta velocidad y costo eficiente, el acceso adquirido debe contar con este estándar que se adapta a los reuerimientos necesarios para asegurar calidad de servicio y vendrá por fibra óptica y si es necesario se pedirá al ISP redundancia en el acceso de fibra, los tiempos de latencia que el ISP debe proporcionar para que el servicio de internet ofertado sea de calidad no serán mayores a 50ms.

El ancho de banda que se pedirá al ISP dependerá del número de usuarios que necesiten el servicio y se utilizara la relación de 8:1 para asegurar un acceso rápido a Internet.

El router de borde posee varias interfaces las cuales pueden ser independientes y dividir la red, en una red Interna manejada solo por el administrador y una red externa a la cual pueden acceder los abonados.

En la red Interna existen varios servidores que manejaran la parte de seguridad como servidores en modo IPS y un servidor con un software propuesto para asignar los anchos de banda para cada usuario (*Bandwidth Controller*), y una vez que se hayan asignado dichos anchos de banda esto pasara a un switch que multiplezara a todas las señales para finalizar en el CMTS.

IPS.- Un sistema de prevención de intrusos (IPS) va más allá de la determinación de una actividad o posible actividad ilegal.

En la red externa se ubican firewall, servidores de respaldo, el servidor de VoIP y el sistema de aprovisionamiento.

FACTIBILIDAD

Se hizo un análisis de costos para todo el proyecto dando como resultado una inversión inicial de 200.000 dólares, sin embargo fue necesario realizar una encuesta para determinar la factibilidad del proyecto, concluyendo que mediante la investigación realizada la población de la ciudad de Atuntaqui estaría de acuerdo en adquirir el paquete de servicios convergentes, sin embargo se debe tomar en cuenta que un gran porcentaje de los habitantes ya cuenta con telefonía fija por lo cual habría mayor aceptación en los servicios adicionales de Internet banda ancha y televisión por cable, pero se puede promocionar la telefonía como un servicio adicional al paquete; además en el aspecto económico se sugiere el cobro del paquete Triple Play tomando en cuenta que la velocidad aceptada para el internet por la mayoría es de 1 a 2 Mbps y un número mayor de 40 canales de televisión con una programación variada por un valor estimado entre 30 y 40 dólares mensuales.

Tomando en cuenta el valor de 30 dólares que se estima para cobrar a los usuarios por el paquete de servicios con 50 canales de TV, 1 Mbps de Banda Ancha y el servicio de Telefonía IP se realizo una proyección de ventas y se determinaron los dos parámetros más importantes para ver la viabilidad del proyecto VAN tendrá que ser superior a cero, lo que significará que recuperaremos la inversión inicial, si el TIR es alto es decir mayor al 25 % el proyecto es rentable.

CONCLUSIONES

- Se diseño una red HFC multiservicios capaz de soportar alrededor de 500 usuarios por nodo siendo este un valor adecuado para poder obtener la calidad de servicio que el usuario desea de la empresa como su proveedor de servicios.

- El diseño de la red HFC está basado en la densidad de la población del Cantón Antonio Ante y la facilidad que brinda el campo en el caso de todo el montaje de la red, sin embargo con el crecimiento de este tipo de redes se estima una cantidad de usuarios potenciales de 4000 suscriptores para dentro de algunos años.

- La topología utilizada para este diseño es de anillo redundante porque tienen la ventaja de que si se interrumpe una trayectoria por un lado, las señales aún pueden llegar por el otro lado del anillo, con la desventaja de que se utilizara mayor cantidad de cable de fibra óptica, siendo una inversión que se justifica por sí misma.

- Se convierte en una necesidad ineludible hacer la red bidireccional para poder brindar el servicio de Banda Ancha y telefonía debido a que este tipo de

prestaciones requieren un canal de retorno, proyectándose a ofrecer televisión digital, juegos en red, etc.

- Se analizo la posibilidad de llegar hasta las parroquias rurales de Chaltura, Natabuela y San Roque y se propone llegar con hilos de fibra que convergen en nodos ópticos que tendrán la capacidad de dar servicio a los habitantes de las mismas.

- Una de las características más importantes que presentan las redes HFC es contar con herramientas que facilitan la facturación, activación, desactivación y suspensión por falta de pago, de diagnostico a problemas para que se realicé mantenimiento preventivo, con solo utilizar un sistema de aprovisionamiento.

- Al realizar la encuesta se determino que la empresa probablemente no debería iniciar ofreciendo el paquete de servicios de Voz, video y datos debido a que esto implicaría realizar la adquisición de un *Set-Top-Box* y puesto que la empresa está funcionando sin este equipo esto encarecería los costos dado que el abonado tendría que pagar por un equipo adicional además de que la mayoría de la población no está interesa en la Telefonía debido a que ya poseen en servicio.

- Gracias al análisis de costos y la proyección de ventas realizada para diez años y según los índices de evaluación económica como Tir, Van y el periodo de recuperación se puede afirmar que la implementación del proyecto es técnicamente viable y financieramente factible a pesar de que la inversión inicial es grande.

- La empresa al gozar de toda esta compleja infraestructura para poder ofrecer el paquete de servicios es probable que necesite personal totalmente capacitado, las 24 horas al día y provisto de toda la herramienta necesaria para dar un soporte oportuno.

- En un inicio se ofertara una capacidad de 1Mb por usuario de Banda Ancha, posiblemente se podrá proponer hasta 2Mb y dependiendo de los requerimientos técnicos se incrementara, pero esto dependerá de la capacidad de cada equipo tanto del abonado como del CRC, sin embargo la red está diseñada para soportar hasta 30 Mb.

- La red está diseñada para soportar un número considerablemente alto de usuarios, sin embargo la capacidad se ha sobredimensionado considerando una proyección a futuro de 10 años con esto se garantizará que la red y el servicio no colapsarán ante un comportamiento inusual de los usuarios.

- Los equipos que se han recomendado luego del análisis son aquellos que se ajustaron a los requerimientos en relación a las características y facilidad uso, ofrecen una solución de bajo costo para soportar futuras tecnologías, ofrecen configuraciones de hardware,

optimizadas para topologías de red especificas y distintas aplicaciones, soportan especificaciones DOCSIS 3.0, poseen robustez y seguridad, entre otras características.

- El CMTS propuesto posee la característica adicional de integrar un sistema de aprovisionamiento y facturación para el cobro respectivo a los abonados de la empresa por los servicios prestados de una manera eficiente.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar en la cabecera un CMTS y en las instalaciones de los abonados Cable Modem que soporten norma DOCSIS 3.0 debido a que esta especificación permite tener un flujo de retorno para poder ofertar Datos y Voz en la red HFC de preferencia se recomienda que el Cable Modem del usuario sea de la misma marca que la del CMTS debido a incompatibilidades entre marcas a pesar de que se utilice el mismo estándar.

- Se recomienda usar cable de fibra óptica autosoportado con mensajero de preferencia ADSS-12B1.3 de doce hilos que cumple con la recomendación UIT-T G.652 por el bajo peso del cable que se debe tomar en consideración ya que el tendido será aéreo.

- Dentro de la propuesta se recomienda utilizar el Sistema de Aprovisionamiento Draco OSS® Module DPD ya que esta es la suite completa de aprovisionamiento DOCSIS basada en el estándar de CableLab que es el estándar que utiliza el CMTS, y permite una integración facilitando la facturación, detección de fallos, entre otros.

- Es muy importante informarse de todos los permisos y concesiones que se requieren para poder explotar los servicios de valor agregado, de esta forma evitar futuros inconvenientes con los Órganos Regulatorios y demoras en el proyecto.

- Se plantea la posibilidad de que el modem que va en las instalaciones de los abonados sea entregado en comodato por la empresa haciendo un análisis respecto al tiempo en el cual se pueda amortizar el costo del equipo, pero si las capacidades adquisitivas de la empresa se ven afectadas será necesario buscar la opción de que el mismo usuario sea el que adquiera el equipo con un crédito dado para facilitar al usuario el pago.

- Se recomienda pensar a futuro la utilización de un Set-Top-Box ya que este dispositivo permite codificar la señal con el fin de no permitir la división de la señal y evitar que se degrade.

- Para la facturación del servicio se recomienda realizar por debito bancario

REFERENCIAS

http://www.cisco.com/web/consumer/support/userguides2/4020207_A_Spanish.pdf, 15 de Mayo del 2012

http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/351/1/CD-0761.pdf, 25 de Abril del 2012-06-27

http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/video/ps8806/ps5684/ps2209/product_data_sheet09186a00801ed384.pd, 15 de Mayo del 2012

http://www.ecualinux.com/soluciones/red-para-linux/ids-e-ips, 4 de abril el 2012

BIOGRAFÍA

José Sebastián Donoso Vallejo nació en Atuntaqui, Ecuador, el 06 de Febrero de 1987.

Recibió el título de pregrado de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones en el 2012 en la Escuela Politécnica del Ejército.